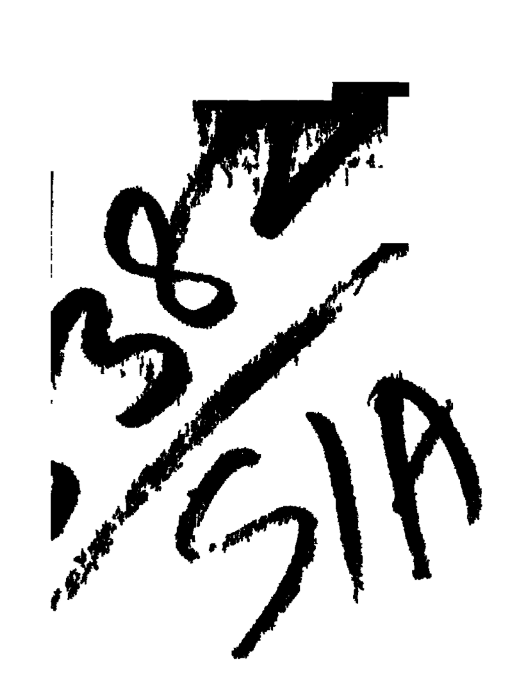


افراد المقال فی امر الظلال

للعلامة ابی الریحان محمد بن احمد البیرونی رحمه الله تعالی

المتوفی فی سنة اربعین واربعمائة من الهجرة

الطبعة الاولی

بمطبعة جمعية دائرة المعارف العثمانية

حيدرآباد الدكن

حرسها الله تعالی عن الشرور والفتن

سنة ١٣٦٧ هـ / ١٩٤٨ م

تعداد الطبع ٥٠٠

١٣٥٧ف

بسم الله الرحمن الرحيم

الـكلام فى الادراك البصرى وكيفية الحال فى المخروط الكائن بين البصر والمبصر الذى يلازم كونه دون اصبعه (١) تجرى هندسة المناظر واختلافها ، أهو من شعاع يخرج من الناظر الى المنظور اليه أم من الشعاع الحاصل لصور الأشياء والوانها وانطباعه فى الرطوبة الجليدية من العين ، هو فلسفى متصل بالمباحث النفسانية والموهومات المجردة وموكول النفس الى القمين بها •

فاما البحث عن النور الموجود وما يتعلق به وبعدمه المسمى ظلا بالعموم وظلا بالخصوص فهو من نوع التعاليم الرياضية التى تحصل بها اعراض كل مستند الى الدين معتضد بمناهج الصراط المستبين كالشيخ ابى الحسن مسافر بن الحسن فى تحليه بهذه الصفات فقد اشتهر بفرط الاهتزاز لمعرفة اوقات الصلوة وشدة الولوع بما يوقف به عليها من الآلات اهتماما منه لسعدة العقبى عند ما اهله الله له من سعادة الأولى تحمله على ارتياد الفضيلة بين السعادتين •

---

(١) كـذا

وانا مورد فى ذلك ما يكون كافيا فى حل هذه العقدة ومكتسب بها مزايا المحمدة فما من شخص فى العالم الاويسعى طبعا لابقاء نوعه ويجتهد اختيار التخليد ذكره فللضرورة يقتصر العاقل على خلافة اسمه جسمه عند الاحترام بكرور الليالى بعده والايام ولان الخير محبوب لذاته بدلالة محبة الأشرار اياه لأنفسهم وان راعوا عنه فى غيرهم صار المرغوب فيه من الحديث احسنه ومن الذكر الباقى اطيبه وازينه فطوبى لمن استدام نعمة الله تعالى بادامة الشكر وايثار الأحمد من الأمر، وانا اسئل الله للشيخ توفيقا يحوز به قصب السبق الى مبتغاه ولنفسى سعيا فيما يقرب الى رضاه ويديم الامتناع بكرمه الذى امتع الجمهور به انه ولى التحويل للمبائح الجليلة بمنه وسعة جوده •

وهذا فهرست ابواب الكلام الذى نخوض فيه ليسهل منه وجود المطلوب منها •

المضئ فى السمك •

و ــ فى الطريق الذى به ينتظم استعمال الظل والمقياس •

ز ــ فى اصناف الاقسام التى يقسم بها المقياس •

ح ــ فى نقل انواع الأظلال بعضها الى بعض •

ط ــ فى ظل المستوى والارتفاع واستخراج احدهما من الآخر اذا كان مجهولا •

ى ــ فى ظل المعكوس والارتفاع واستخراج احدهما من الآخر اذا كان مجهولا •

يا ــ فى الاشتراك الذى بين نوعى الظل وتناسبهما واستخراج احدهما (١) بانها ساجدة فهو بمعنى الدلالة مثل قوله تعالى (وان من شئ الا يسبح بحمده) فالتسبيح فى ذات الشئ هو نزوغه الى كماله وروًابه طباعا على الغرض الالهى فى دوام السكون على ماسخر له وفيما تعداه من غيره هو دلالته بتغايره التى تتناوبه وصوره التى تتعاقبه على انه مزموم محمول مصروف •

فمن استدل منه بهاصار مسبحا كهو وليس عليه ان يقفه عنده ومثل قوله تعالى (والنجم والشجر يسجدان) اى انهما ذوا ظل ساجد، ويجوز ان يكون السجود من التذلل فالافتقار فكل محدث مضطر الى التدبير والتبقية •

---

(١) الذى يظهر من مطالعة الكتاب ان عدة ابواب منه لاتوجد فى هذه النسخة

وقيل ايضا فى سجودهما الانقياد للنمو الى القدر الموكول لحفظه الطبيعة ومرجع ذلك الى مالا يبعد عما ذكرناه ٠

وقد قيل فى النجم انه الكواكب وذلك غير ممتنع فان الاستدلال من النجوم بحركاتها يكون بلاوسائط ومن النبات بوسائط كذلك لاشئ الزم للأشياء من اظلالها دلت الشمس على حدودها اولم تدل عليها فظل الشخص منبسط على الارض انبساط الساجد الواضع رأسه على الارض معفراوز واله عن جهة الى اخرى وتنقله من موضع الى موضع ومن مقدار الى آخر منبه على سببه وهو حركة الشمس من الطلوع الى الافول وهى من أعظم الادلة وابهرها على المحرك الأول الذى يتحرك ٠

فالظل الذى هو اقرب الاشياء الى الانسان سلم الاستدلال الأبعد فهو اذن سجوده سواء تنبه منه صاحبه على الواجب وكان طالعا اولم يتنبه وكان كارها يسجد بعضه ولا يسجد لبعض ويستدل غيره به ولا يستدل هو بنفسه فالعقل يوجب على صاحبه ان يستدل بمثاله المنتقل مع ثباته من غير ان ينفك عنه او يزايله ويعتبر بكثرة تغاييره تغايير نفسه وان لا يتخلف عن طائر يسمى ملاعب ظله قد استغنى بشغله به عن غيره وان لا يكون كالظليم يرتاع من ظله بل يعلم انه غير ممكن من الامتناع عن ان يسجد ظله او ينتقل من يمين الى شمال ٠

وانما خص الله تعالى ذكر الغدوو الآصال لفرط انبساط الظل فيهما وصدق مشابهته للسجود عندهما مع انتصاب الظل لانه الممكن ان يكون حينئذ للمظل بدل الانبساط انقباض بتغيير وضع من المظل وامالته عن الانتصاب كما قال ابو الفرج بن هند •

لنا ملك ما فيه للملك آلة　　سوى انه يوم السلام متوج
اقيم لاصلاح الورى وهو فاسد　　وكيف استواء الظل والعود اعوج

وانما اخذ هذا التشابه فى المتلازمين من قول ابن ثوابه حين سئل عن صاعد فقال ما يفضل ظل وزارته عن شخصه •

ومن قول ابى الفتح البستى

تكودنت تعويلا على مثل جرى　　ان اعوج سكين فعوج قرابه

وايضا فان الحركة تكون فيه فى ذينك الوقتين اظهر وانما يحتاج منه الى الحركة ليستدل بها على تحرك السبب وليتنبه ايضا من شدة التفاوت فى حركة الظل مع تساوى حركة الشمس على النظر والبحث ، وايضا فان الظل فى ذينك الوقتين منبسط بالحقيقة مدوم الرأس فقرينه كذلك مملوك غير مالك رأسه •

واحد الدواعى للنصارى الى استقبال المشرق ما فى الانجيل ان مريم المجدلانية (١) ذهبت بالغداة الى قبر المسيح ورأت فى الطريق ظلا يسبقها فالتفتت فاذا هو بالمسيح وقد سجد ظله فى هذه

---

(١) كذا فى الاصل

الحكاية فلمن يسجد ليث شعرى ان كان هو المائل قدَ ادبر الظل عنه وسجد لغيره وشهد ان المظل مربوب ولئن رأت مريم المسيح عند التفاتها انه كان مستقبلا للمغرب الذى استدبرته النصارى فى موضع ملتهم وناقصوا وايضا فان ذينك الوقتين وهما الطلوع والغروب احق الاوقات بمعرفة الحركة فى الطالع والغارب عند تغير شكله فى المنظار كما استدل ابراهيم عليه السلام بذلك فيهما •

واليـه يرجع ما روى عن ابى الدرداء انه قال (ان شئتم لاقسمن لكم ان احب عباد الله الى الله الذين يرعون الشمس والقمر والنجوم والاظلة لذكر الله) يعنى الفىء فانه بفضل التفكر فى خلق السموات والارض واستعماله فى التوحيد وفى اوقات العبادة •

واما ماورد فى الخبر ان السلطان ظل الله فى ارضه فمعناه متجه على الذى يكون حجة لاعلى المتسلط بالغلبة وكيف يتوجه اليه مما ورد (ان لاطاعة للمخلوق فى معصية الخالق) وانما قصر الخبر على من يتقبل فعله تعالى فى ابقاء العالم على نظام التعادل وحملهم على مناهج المصلحة حتى تشابه بفعله ظل الشخص يتحرك بحركته ويسكن بسكونه الا ان يسهو عما فى جبلته، كما قال ابوبكر الصديق فى قوته الغضبية (ان لى شيطانا يعترينى فاذا مال بى فقومونى) فاما من يعث فى الارض قصدا ويخرب البلاد عمدا ويخالف فعل الله مضرا فتعالى الله عن ان يكون مثله ظلة او حجة على خلقه من عنده •

الباب (١)

الباب الرابع (١)

فى ما يرسمه اطراف الظل فى الآفاق

اول علم الهئية متقررة على فوت مقدار الارض الحس بالقياس الى فلك البروج وان السطح المستوى المار على حدبة الارض مماسا لها على المسكن قائم مقام سطح الافق المنتصف للكرة ونائب منابه فطرف الشخص اذن كمركز الكل حسا والشمس ترسم فى اليوم والليلة بحركة الكل دائرة فى الحس دون التحقيق فان حركتها على خط لولبى الصورة متصل والشعاعات الخارجة من تلك الدائرة الى رأس الشخص القائم مقام المركز ترسم مخروطا شعاعيا رأسه طرف الشخص وقاعدته مدار الشمس •

وذلك الشعاع المستقيم يبلغ من الفلك مدارا مساويا لمدار الشمس موافقا اياه فى مقدار الميل مخالفا فى الجهة ويرسم مخروطا كالاول يسمى مخروط الظل لان الشعاع اذا جاوز رأس الشخص احاط بالظل الحادث منه وسطح الافق بالضرورة قاطع مخروط الظل. اما فى خط الاستواء فعلى موازاة سهم هذين المخروطين ولذلك ترسم اطراف الاظلال فيه خطوطا مستقيمة فاذا تجاوز خط الاستواء زال سطح الافق عن موازاة سهم مخروط الظل ولقى السهم داخل مخروط الشعاع فرسمت اطراف الاظلال فيه خطوطا منحنية تسمى قطوعا زائدة تخلص الى ان يكثر العرض فيشوبها

---

(١) كذا ولم يذكر الابواب السابقة على الرابع فتامل

قطع مكاف عند موازاة سطح الافق ضلع مخروط الظل الذى تحته دون الذى فوقه •

وانما يتأتى فيه القطع المكافى لان سطح الافق المحسوس ليس بالحقيقة سطح دائرة عظمى ثم عند مجاوزة ذلك الموضع الى التى يزداد عرضها على تمام الميل الاعظم يظهر بعض المدارات الشمالية بأسرها ويصير فوق الافق فاذا دارت الشمس فيها كان قطع سطح الافق سهم المخروط فى داخله واعرض فيه من ضلعه الى الضلع المقابل له فكان القطع الحادث فيه هى المسمى ناقصا ولتمام احاطته يدور طرف الظل حول الشخص من جميع جهاته ورسم قطعا ناقصا مدورا مستطيلا مادامت الشمس دائرة فى تلك المدارات •

ولابى الحسن ثابت بن قرة فى تحديد الخطوط التى ترسمها اطراف الاظلال فى آفاق الارض كتاب حسن كاف، وذكرها ايضا ابراهيم بن سنان فى كتاب الاظلال ذكرا مجملا، ولان نهاية ربع دائرة فى افق من تحت القطب يرسم طرف الظل دوائرهى بالفعل متصلة خطا لولبيا على مثال اتصال المدارات التى ترسمها الشمس •

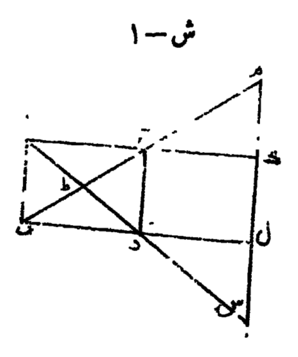
وقد وقع لابى الحسن ثابت بن قرة فى مسائله المشوقة سهو هو قوله ان الضوء الداخل فى الثقب الى البيوت يكون اسطوانيا

ولهذا

ولهذا يقطعه الحيطان بقطوع ناقصة كأن الاسطوانة تختص بهذا القطع دون المخروط ، وليس يكون الشعاع المذكور اسطوانى الشكل وانما يكون مخروطيا .

فلتكن الشمس ـ ا ب ـ والجدار ـ م س ـ والثقبة ـ ج د فالضوء الداخل فيها لا يكون اسطوانيا لان الثقبة اصغر من الشمس وهب انها مساوية لها فليس دخول الشعاع فيها على هئية اسطوانة ا ج ك ـ ل د ب ـ ولكنه يمتد من ـ ب ـ الى ـ ج ـ شعاع ب ج م ـ ومن ـ ا ـ شعاع ـ ا د س ـ فحينئذ يقطع جدار ـ م س ـ مخروط ـ ط م س ـ على قطع ناقص ومهما كانت الثقبة ابعد من الجدار كان القطع اعظم لان رأس المخروط وهو ـ ط ـ فى جهة الشمس والحال على مثله اذا كانت الثقبة اصغر من الشمس من كون الشعاع مخروطيا دائما لا يجوز غيره .

ش ـ ١



الخامس فى التغايير التى تلحق الظل

من اختلاف وضع المضىء فى السمك

الجسم المنحصر العديم الشفاف المظل على آخر مثله وقد علاهما مضىء اذا كان اقرب من ذلك الآخر كان ظله اصدق ظله لقلة وصول انعكاس الشعاع من الهبا آت اوضعفه اوانقطاعه بانسداد طرق امتداده، وكذلك اطراف الظل ترى اخلص شكلا وبالضاء إقل امتزاجا واظهر تماسا فاذا بعد المظل عن الظل الذى احدث احد الظل والشعاع يشتبكان ولا يخلص الفصل المشترك بينهما حتى يكون ظلا بحتا اوشعاعا صرفا •

فالى هذا اشار الكندى فى قوله اى الصحيفة المثقوبة كلما كان الى الارض اقرب كان الظل اصدق ونور الثقبة اضوأ فاذا رفعت عرض الضوء واغبر الظل واختلط هذا كما حكينا ثم فات بعدفه (١) لان الساتر المظل من قصب رث لم يخلص ستره لكثرة الخلل وصار ظله ممزوجا كالدخان على خلاف ظل الجبل المكتنز الذى شبهوا به حلوكة النعاج فقالوا سودا كانها ظل حجر ولان الشمس اعظم من الارض وسائر ذوات الاظلال التى نعلمها فان ظل الارض بالضرورة ينخرط ويدق وعلى ازدياد البعد عنها، وكذلك الحال فى سائر الاشخاص التى عليها حتى اذا التقى الشعاعان المطيفان بكل موضعين متقابلين منها بطل الظل اصلا اوفى قبل بلوغه ملتقى سطح الافق

---

(١) كذا فى الاصل

والشعاع المار من الشمس على رأس الشخص ولهذا السبب بطل التضريس بالوجود فى ظل الارض المسمى فلك الجوزهر ، وان كان الفصل المشترك بين القطعة المضيئة من وحه الارض وبين الاخرى المظلمة منها ذا تضريس بالاغوار والانجاد ولمثله ايضا كما مازج ظل الارض الذى يكتنفه فى ممرات القمر اختلف الوان كسوفه لتفاضل الظلام شدة وضعفا الى ان تصدق حلوكته سهم مخروط الظل ٠

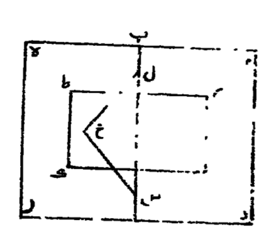
وهذه بعينها علل استدارة ضياء الثقبة ذوات الزوايا اذا وقعت على الحيطان بالبعد عنها وذلك لاقتراب مالكل ضلعين منها متوالين من الموضع الممتزج بالضياء والنور والتقائهما لاجل التشاكل على موضع بعده عن الزاوية اعظم من بعده الممتزج من منتصف الضلع فيحصل منه مضلع عدد زواياه ضعف زوايا الثقبة ثم يلزم هذا المضلع مالزم الثقبة ايضا ٠

وعلى هذا القياس لايزال عدد الزوايا يزداد على تضاعيف كتضاعيف الشطرنج بخاصية زوج الزوج واذا بلغت غاية التكاثر استدارت فى الحس فان محيط الدائرة عند بعض الطبيعيين زاوية كله ولذلك تناسب القسى والزوايا ٠

ومن اراد ترافد الاشباه وتخاذل الاضداد فليقف فى موضع بعضه ظل وبعضه ضوء وليتماس فيه ـ اب ج د ـ وشعاع ـ ب د

ز ج ـ على ـ ب ج ـ ثم ليرفع عن الارض شخصا فى الهواء ويبعده بحيث يقع ظله مثل ـ ح ط ك م ـ لو كان الموضع كله مضيأ فانه سجد ما يقع من ظله فى حيز الشعاع على هيئة ـ ل ع س قدعا ضده الظل حتى صير ـ ل س ـ اعرض ونافره الشعاع حتى نقص عرضه واعجز ـ ع ـ عن بلوغ ـ ط ك ـ الذى هو مكانه •

ش ـ ٢

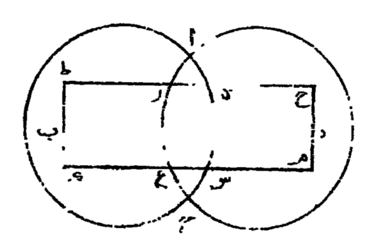


وربما تركب الشعاعان فحدث منهما ما يتعجب منه من لا يهتدى للعلل وكان شعاع الشمس داخل البيت من ثقبتين متقاربتين على حصير اوغيره وتقاطع دائرتان على الارض كدائرتى اب ج ـ اد ج ـ على نقطتى ـ ا ج ـ فاذن يقع شخص مظل فيما بينهما وبين الشمس حتى وقع ظله مثل ـ ح ط ك م ـ انقسم الى

ز ك

زك ط ع ـ ح ه س م ـ فى الطرفين ظلين خالصين و بطل الظل من ه ز ع س ـ فكان ضياءا على هئية شعاعى الدائرتين لان كل واحد منهما فى الظل عن الموضع المشترك بينه وبين الآخر من اختلاف وضع المضيين يحصل للشخص ظلان ربما تركبا فخلص الظلام المشترك ورق فيما لم يشترك وربما تباينا •

ش ـ ٣

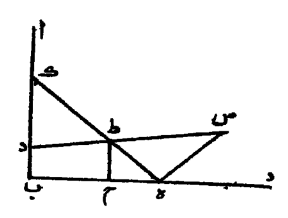


كما حكى ابو العباس الايران شهرى فى مسائل الطبيعة انه كان على شط واهتدى بجنب جبل مقابل للشمس فى الوقت وان رجلا دنا من الشط فاستبان له على الجبل ظلان احدهما فوق الآخر ثم طول فى علة ذلك •

فليكن الجبل ـ اب ـ والارض ـ ب ج ـ والنهر ـ ج د والشمس ـ س ـ والايران شهرى عند ـ د ـ والرجل الواقف ـ ج

ط ـ وليمر على رأسه شعاع ـ س ط ز ـ فيكون ظله على الجبل ـ ا ب ـ وليكن الشعاع المنعكس من سطح الماء على زاويتين متساويتين مارا على رأس الواقف ـ س ه ط ك ـ فيكون ظله منه ـ ك ب ـ اما ز ب ـ فظليل لانه من كلا الشعاعين ظل واما ـ ك ز ـ فممتزج فانه من احدهما ظل ومن الآخر ضوء ولا يزال يعاين مثل هذا من سراج ذى فتيلتين اومن سراجين متقاربين •

ش ـ ٤



ولا يظنن ظان ان كون المضلعات المذكورة مرتبا فى زمان فانما هو دفعة واحدة مع الشروق ولكن التعليل يقتضى ترتيبه فيه كالأشياء المتكونة اولا فأولا فى الزمان وذلك لاجل التفهيم •

فاما ما ذكرناه من التقاء المواضع الممتزجة بين الظلام والنور فيتحقق عيانا اذا وقف واقف والشمس عن يمينه او يساره وارتفاعها

قريب من ثمن الدور فانه اذا تناول بيده اعضاء وجهه وجد ظلى الاصبع وذلك العضو الناتىء من الوجه ملتقيين متحدين قبل تماس عضويهما، وقد شاهدت ذلك على شبيه بهذا الوضع ولم يتفق لى امتحانه فى سائر اوضاع الارتفاع •

وحكى ان افلاطن ما يظن منه ان سببه هوما حكيناه من تحرك الظل الى الثقل وذلك انه قال فى كتاب طيماوس عند ذكره الهيولى وانه ظل من الاظلال ان الاظلال تسيل دائما من الاجسام فتجمد بحيلة روحانية عالية ويكثف فيكون منه الظل •

فان قيل زعم ان السيلان تكون فى جميع النواحى فلم لا يكون الظل حيث الضوء

قلنا ان الحرارة تمنع السائل عن ان تكتنف والبرد فى خلاف جهة الضوء بجمعه وقوة الاظلال عند هولاء ظاهرة فان الضبع زعموا اذا وطى ظل الكلب المتردد فى السطوح سقط منها والطامث اذا رأت وجهها فى المرآة اومستها صدئت •

ولأن افراط هولاء فى اثبات فعل الظل لقد افرط بازائهم عبد الله بن محمد الناشى فى نفى فعل الظل واختلط حتى لم يعرف من فرط الغيظ ما يقول وزعم ان اصحاب الحق انكر واما اعتل به المنجمون فى كسوف القمر وافسدوا ان يكون ظل الشمس يكسف القمر لان الظل ليس بجرم فيفعل والانوار تثير الظلم لا انها تزيل

النور ، والحق ما قيل ان الغضب والعجلة من الشيطان •

واما على قياس ما حكى عن افلاطون فيجب ان يصدق الظل اذا دام مكثه وان يكون فى الشتاء اشد كثافة وفى الصيف ارق والاظهر سخافة وليس ذلك بموجود كذلك •

واقاويل الرجل محتملة للتأويلات لاستعماله الرموز وخاصة فليس السكون عنده معنى مقابلا للحركة الا من جهة الوجود والعدم وكذلك الظل والضياء عنده بهذه المثابة فى التقابل •

ثم اقول اذا تحقق ما اوردناه من ممازجة الضياء والظل تحقق ما يقع فى مقادير الاظلال من الاختلاف والقصور عن الواجب لان الاشخاص اذا كانت صنوبرية الشكل وهكذا تطلب فى الآلات المعمولة للساعات فان الشعاع عند اطرافها المستدقة يحيط بها من ثلاث جهات وقد قارب تعالى الجسم المنصوب فيصير ظله الموجود اقل مما يوجبه تقدير الظل •

ويعاين ما ذكرناه ان وضع على رأس الشخص شئ ذو مقدار بحيث يظهر له على الارض ظل ما فانه يرى ظله صغيرا وعن ظل الشخص متميزا فيجب للاحتياط ان يعمل لرأس الشخص المخروطى كرة اذا وضعت عليه اظلت من الارض مقدار حمصة ثم تثقب ثقبا مخروطيا بحيث اذا سلك فيه رأس الشخص بلغ طرفه المحدد مركزها وسيوجد ظل تلك الكرة على الارض مباينا لظل الشخص

مباينة

مباينة كثيرة ثم تكون خفيفة مساحة الظل من المغرز الى وسط ذلك الظل المشابه للحمصة ومهما كان ارتفاع الشمس اقل كانت المباينة اكثر وضرره فى العمل اظهر وذلك فى ظل القمر اشد ضررا لو كان مما يستعمل فى شئ من الاعمال الاعلى وجه التقريب واذا قصد التساهل فيه احتمل ايضا ذلك الضرر معه •

فليكن ــ ا ب ج ــ ربع دائرة الارتفاع على مركز ــ ه الذى للكل و ــ ا ه ج ــ فى الافق الحقيقى و ــ ط ــ رأس الشخص و ــ و ــ مغرزه من المسكن على وجه الارض و ــ ز و ــ فى الافق المحسوس ولتكن الشمس على نقطة ــ ب ــ ارتفاعها المحسوب ــ ا ب ــ وبعدها عن سمت الرأس ــ ب ج ــ ويخرج ــ ن ط ز ــ فيكون و ــ ن ــ ظل مقياس ــ ط و ــ فى هذا الارتفاع اعنى المستوى الموجود و ــ نغرز ــ ه ز ــ مساويا ــ لط و ــ ونخرج ــ ز ك موازيا للافق يلقى قطر ــ ب ه ــ على ــ ى ــ فيكون ــ ز ى ــ ظل الشخص لو كان رأسه مركز الارض فلان زاوية ــ و ط ن خارجة عن مثلث ــ ه ط ب ــ يكون اعظم من زاوية ــ ط ه ب المقابلة لزاوية ــ ز ه ى ــ فزاوية ــ ز ه ى ــ اصغر من زاوية ــ و ط ن ــ ولنجعل زاوية ــ ز ه ك ــ مساوية لزاوية ــ وط ن ــ فيكون مثلث ــ ز ه ك ــ مساويا لمثلث ــ و ط ن ــ و ــ ز ى ــ الظل فى المركز اصغر من ظل ــ ز ى ــ فى المسكن فنسبة الشخص الى ظله

فى المسكن اصغر من نسبته اليه فى المركز الا ان مقدار ـ ه ط ـ الذى هو بعد مابين المركز والمسكن من ـ ه ج ـ الذى هو بعد الشمس من مركز الارض يتصد عن نصف عشر سدس عشر واحد بالتقريب اعنى ثلاث دقائق من الجيب كله اذا كان ستين جزءا وهو نقصان ب س ـ جيب الارتفاع من ـ س ـ عن ـ ب د ـ جيبه محسوسا ولم يوجد له عند الاعتبار والامتحان قدر محسوس وخاصة فى الارتفاعات التى تزيد على ثمن الدور ولو وجد له تأثير لوجد ايضا فيما بين ظلى الشخصين المختلفين لارتفاع واحد اختلاف محسوس وذلك ان اعظمها اذا كان ـ ط ز ـ والاصغر ـ ه ز ـ كان ظل الاعظم ـ ز ف ـ وظل الاصغر ـ ز ى ـ ونسبة ـ ط ز ـ الى ـ ز ف ـ هى نسبة ـ ه ز ـ الى ـ ز ك ـ وهى اصغر من نسبة ـ ه ز ـ الى ـ ز ى ـ ولكنها فى الوجود مساوية لها فالاختلاف الذى يولده مقدار ه ط ـ فيما يلق امره بالشمس ومافوقها غير محسوس به فى الآلات وانما يستخرج حسابا •

ولأن الاجرام السماوية التى توجد للاشخاص ظل فى اشعتها هى الشمس والقمر فقط لان الزهرة وان وجد لها شىء من ذلك فليس بحيث يكمل حتى يضبط ظل شخص منها وانما يوجد لها فى البيوت المظلة ضياء اذا اشرقت على الثقب النافذة اليها ويتخيل منها كالظل لايكاد يتحصل، والمشترى اعجز منها فى هذا الباب

سكنه

بكثير •

فلنفصل ـ ه م ـ مساويا لاحدا بعاد القمر على ٢ المركز وليكن اقربها فاذا كان القمر على نقطة ـ م ـ كان فى الجزء الذى فيه الشمس مسامتا لها بالحساب فانه مبنى على الزوايا التى على مركز الكل وظله ه ل ـ ونسبة شخص ـ ط و ـ اليه اصغر من نسبته الى ـ و ن ـ ظل الشمس وهى فى هذا الموضع اعنى حيث بعداهما عن سمت الرأس مقدار واحد، ولندر على مركز ـ ه ـ ونبعد ـ ه م ـ من مقدار القمر فى كرية قوس ـ م ص ـ فاذا كان القمر على نقطة ـ ص ـ كان ظله فى المسكن ـ و ن ـ وفى المركز ـ ز و ـ فنسبة الشخص الى ظل الشمس فى المركز اصغر من نسبته الى ظل القمر فيه فنسبة الشخص الى ظل القمر فى المسكن اصغر من نسبته الى ظله فى المركز واكثر اختلافا مما لظل الشمس فيهما لكن مقدار ـ ه ط ـ من ـ ه م قريب من ثلاث عشرا عنى جزئين من الجيب كله وهولا محالة منتج فى نقصان ـ ص ع ـ عن ـ ص س ـ ما يظهر للحس وزاوية تمام الارتفاع المحسوب فى المركز اعنى ـ ج ه ب ـ لا يخالف الا المحسوس بالرؤية اعنى ـ ح ط ب ـ والتى بالرؤية مثلا اذا كان القمر على ص ـ يرى بعده عن سمت الرأس كبعد الشمس اذا كانت على نقطة ـ ب ـ ويكون ظلاهما حينئذ بمقدار ـ ه ج ـ والمقدار الذى به اختلف منظر القمر فى فلكه هو ـ م ص ـ ومامن كوكب

الاوله حظ من اختلاف المنظر لكنه يتفاوت فيها بحسب ابعادها من الارض •

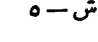
ولما صعب ادراك اختلاف منظر الشمس بالآلات وقل تأثيره فى الاظلال والارتفاعات خفى مالها من اختلاف الاحوال فى اوج فلكها وحضيضه والا كانت نسبة الظل الى الشخص عند الاوج اصغر منها عند الحضيض •

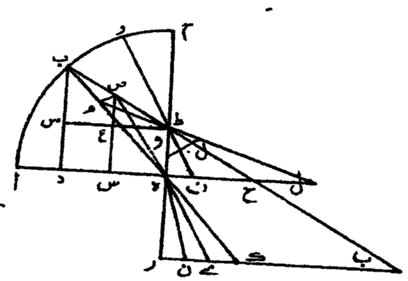
ولهذا السبب المتوهم غير الموجود قال الكندى ان ظل رأس الحمل اقصر من رأس الميزان، وكان يجب عليه ان يشترط فيه زمانه بسبب تحرك الاوج، واما فى القمر فلقربه من الارض يفضل مقدار اختلاف منظره فى الغاية على الجزء الواحد فيظهر اثره ويحس به فى الآلات ويدرك فى الكسوفات حتى يكون بين الاجتماع الخفى وهو الذى يكون فيه النيران على ـ ب م ـ وبين الاجتماع المرى الذى يكون فيه على ـ ب ص ـ مقدارا من الزمان محسوسا به وبعد القمر الابعد من الارض قريب من ضعف بعده الاقرب فيلحق ظل القمر فى بعديه اختلاف آخر، هذا وامثاله من الاسباب العادلة باصحاب هذه الصناعة عن استعمال اظلال القمر فيما احتاجوا اليه حتى انهم اضربوا عنها اصلا الا عند الضرورة فانها تقوى الى غير الواجب وتجرى مجرى التخمين والجزر •

فاما قول الكندى انا اذا نصبنا شخصا وجدنا ظله نصف

النهار

النهار من الشمس اقصر من ظله من الكواكب لعرض جرمها ولو كانت اعراضنا لازدادت اظلالها قصرا .





فليكن لما قال نصف قطر الشمس ـ ب ز ـ و يخرج ـ زط ت نخرف ـ ز ـ من جرمها بنور ـ ب ـ فيكون ـ ع ـ منتهى ظلها والذى يجب ان يكون من مركزها ـ ح ـ ولكن لا فائدة فى ذكر الكواكب لعدم الظل منها، بل كان يجب ان تقول ان الظل الموجود يكون اقصر من الواجب المحسوب وكذلك ذكر نصف النهار فضل فان هذه الحالة تعم الاظلال فى كل وقت .

السادس فى الطريق الذى يتنظم به استعمال الظل والمقياس

اجزاء الارض الناتئة عن السطوح الموازية للافق اذا لم يشف وشرقت الشمس عليها كانت كظل الارض فى حدوث ظل لها

فى الجهة المقابلة لجهة الشروق •

وقد ذكر ابو زيد البلخى فى وجوه منافع الجبال ما احكيه بلفظه ، قال واحد منافع وجوه الجبال انها اظلال واكنان وذلك ان الارض لو كانت بارزة ليس فيها ساتر عن الشمس طول النهار لما دامت حياة ولما صلح شئ من اسباب الحرث والنسل اذ كانت حاجة كل واحد من ذلك الى الظل الذى يقيه من وهج الشمس فى وزن حاجته الى ان يضحى فى الوقت الذى لا يستغنى عن شروق الشمس فيه عليه •

والظلال التى تظل الحيوان والنبات على وجهين : ظلال الاشجار وحيطان المساكن ، وظلال الجبال ومعلوم ان ظلال النوع الأول قاصرة فى النفع عن الأخرى لشيئين •

احدهما انها عرضية وظلال الجبال المظلمة ثابتة غير زائلة والثانى ان ظل كل شخص انما تكون قوته فى الوقاية من الحر والبرد معا بحسب كثافة اجزاء الشخص الساتر المولد للظل واستصحافها فلذلك صارت ظلال الجبال الشامخة هى المرفقة للحيوان والنبات على الحقيقة دون الظلال المصنوعة،ومن اجل هـــذا صارت الشعاب والغيران ملجأ للذين يسكنونها واكنانا من اذى الحر والبرد ولذلك عدها الله تعالى فى نعمه فقال (وجعل لكم مما خلق ظلالا) •

وقال ابو عثمان الجاحظ ظل الحجر اسود لان الساتر كلما كان

اشد اكتنازا كان ظله اشد سوادا وتقول العرب (ليس اظل من حجر ولا أدفى من شجر) وليس يكون ظل ابرد ولا اشد سوادا من ظل جبل وخاصة ماعرض منه وارتفع وفى هذا ذهب الى التباعد عن الشعاع الممازج لاطراف الظل لا الى الاكتناز •

واما ماذكر من دفأ الشجر فحمول على ممانعة الصير كمانعة كل كن اياه فالغار فى الجبل يفعل اكثر من ذلك لعدم الخلل الا ان يرون الدفأ بالشجر وقت ايتادها اويظنونه لها من جهة النار الموجودة منها فانهم يتخيلونها بعينها مستكنة فيها، وقد قالوا ان ظل الاظلال ظل الصير وظل التنعيمة وظل الحجر فلزموا القياس من جهة غلظ ورق التنعيمة فقد قيل انه كالسلق . قرنوها بالحجر وكل مالزم الظل يقاسمه الحجر والشجر بحسب صورتهما •

ثم نقول نحن ان السطوح المستقيمة التى تقع عليها اظلال كثيرة وهى كلها سطوح آفاق مساكن ان علمت عروضها كانت محدودة واظلال الاشخاص للارتفاعات عليها معلومة ومع ذلك فلها ضربان هما كالجنس المشتمل على انواعه واحدهما هو الظل الذى لم يزل الى الآن فى ذكره ويحيط به نفس المظل المحدث له والشعاع المار من الشمس على رأس المظل والذى بينهما من سطح الافق الا ان الضياء لما كان مدركا على بسيط الارض سمى موضع المعدوم الضياء منه ظلا ويسمى المظل شخصا وعند استعماله وخاصة فى الحساب

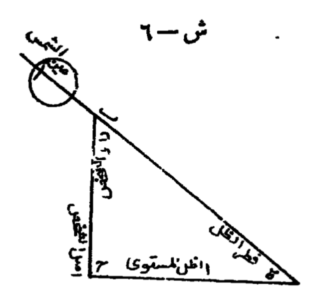
مقياسا

وهذا النوع من الاظلال يكون ابدا فى سطح دائرة الارتفاع على الظل المشترك بينه وبين سطح الافق للمقياس العمود القائم عليه ويسمى بسيطا لانبساطه على وجه الارض الذى لا نتوفيه ولا غور•

وهكذا سطح الأفق والميل محمول على ما خالفه من السطوح المستوية سوى القائمة عليه •

ومثال الظل المستوى ان ـ ا ـ جرم الشمس و ـ ب ج ـ المقياس قائم على ـ ه ج ـ الموازى لسطح الافق و ـ ا ب ه ـ شعاع الشمس المار على رأس شخص ـ ب ج ـ فيصير ـ ب ج ه ـ من الهواء هو الظل الا ان ـ ه ج ـ هو الذى يسمى ظلا مستويا على ان اصله ج ـ وطرفه ـ ه ـ و ـ ه ب ـ الواصل بين طرفى المقياس والظل هو قطر الظل (١) •

ش ـ ٦

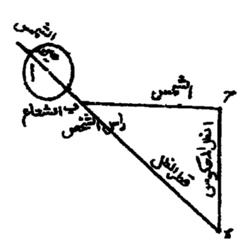


(١) كذا فى الاصل

فاما النوع الثانى من الا ظلال فاوارى مقياسه سطح الافق ثم كان المقياس عمودا على السطح القائم على كل واحد من سطح الأفق ودائرة الارتفاع ونفس الظل يكون منطبقا على محور الافق ويسمى معكوسا لان رأسه تحت اصله ومنتصبا ايضا لكونه على القطر الذى عليه الانتصاب فى ذلك المسكن من اقطار الكرة على هذا المثال .

وكلام الصوفية يكاد أن يكون غير مفهوم عندهم فضلا عند غيرهم وخاصة كلام الحسين بن منصور الحلاج وهو يقول فى كتاب الكبريت الأحمر ان ظل القائم كان منتصبا قائما وسائر الأظلة منخفضة منبسطة فلذلك يسمى الأودقائما وهو اعظم بمعانى الفاظه، وهذان النوعان من جنس الاظلال هما المحدودان المضبوطان فى كل مسكن ويشتركان فى مزاولة الارتفاعات وتماماتها ويناسبان جيوبهما .

ش — ٧



فاما الخارجة من هذين الصنفين من المقاييس المنصوبة على غير السطحين المذكورين فانها غير محصورة ولذلك لا تستعمل الا تكلفا فى بعض الآلات النجومية على انها ترجع فى آخر الامر الى احد ذينك النوعين بالاضافة الى افق من آفاق المعمورة فقد قلنا انها اظلال لارتفاعات من الآفاق التى تلك السطوح فى سطوحها ونحتاج اولا فيها الى تحديد ميل تلك السطوح ثم الى اعمال تفنن (١) فيطول التعب فى العمل بها •

وقد حصل مما تقدم ان الارتفاع المرى فى كرة الشمس هو الارتفاع الخفى فيها اذ لا قدر للأرض عندها وخاصة فان الظل للمسح فى بعد مفروض للشمس عن سمت الرأس ثم حسب فيه فلم يخالفه تأكدت (١) الثقبة بفوز ما بين رأس المقياس الذى رأسه مركز العالم الحس ثم ظهر فيه لما سفل عن الشمس واختلف الارتفاعان المرى والخفى ولو امكن اعتبار ذلك فيما يوجب تحت القمر من الانوار والنيران لوجد مقداره مفرط العظم جدا •

فاستبان بذلك ان الامر المنتظم فى استعمال الاظلال فيما بين اشعة الشمس هو باحتساب رؤوس المقاييس مركز الارض وفى استعمال الحلق (٢) وباحتساب مراكزها مركزها وان ذلك مقصورة عن المظلل بالحقيقة وهو الشمس •

---

(١) كذا (٢) هنا بياض فى الاصل •

السابع فى الاقسام التى تقسم بها المقاييس

الضرورة توجب تناهى الظل فى المشف الذى يمتد فيه متى فضل مقدار المضىٔ على مقدار الظل فى السعة وماعدا ذلك فناف عن الظل المتناهى فى جهة امتداده، ولكنا قد قدمنا ان الظل والضياء فى المشف الصادق الشفاف كالهواء بمنزلة واحدة فانها تحس به عند انتهائه الى جسم مستصحف غير مشف فيصير منه ما قابل المضىٔ ويظلم ماستره المظل على استقامة بين الظل والمضىٔ والمظل المتوسط اياهما وذلك كالحال فى ظل الارض فانه فى الهواء ممتد يحيط به الضياء ولسنا نحس باحدهما الا على البرد اذا خرق اوبعضه الظل فانكسف منه ما دخل فى الظل وبقى الباقى خارجه مضيأ، ونحس معه باستدارة ذلك الظل فيكون دليلا على استدارة الارض لان ذلك الظل يكون بحسب الفصل المشترك لما اضاء من الارض وما اظلم منها ووجودنا ذلك الظل فى كسوفات القمر مستدير الحرف مع اختلاف وضع ذلك الفصل المشترك من طول الارض وعرضها يوجب الاستدارة لها وان نتو الجبال لايؤثر فيها لصغرها بالقياس الى عظم الارض .

فاذا كان الامر على هذا قلنا ان الارتفاع المضىٔ عن الافق يقوم للمقياس المنصوب على سطحه مقام زيادة مقدار المضىٔ على الظل فلذلك يحدث لظله قدر محدود موجود اما حسا واما تقديرا فان عدم المضىٔ ارتفاعا قام ذلك للمقياس مقام مساواة المضىٔ المظل

فلم تكن للظل نهايـة من الجهة التى اليها الارتفـاع اعنى من جهة الطرف كالحال عند طلوع الشمس وغروبها فان الظل يكون حينئذ غير متناه •

ولذلك اذا كان من ثقبة وراءها سراج ثم كان اعلى الثقبة على موازاة طرف المقياس كان الظل ايضا ممتدا الى غير غاية واذا زالت النهاية عند المساوات فأولى بها ان يزول بحصول انحطاط المضئ عن طرف المقياس فان ذلك نظير نقصان مقدار المضئ عن مقدار الظل فالظل اذن الموجود للاشخاص المنصوبة على وجه الارض يكون فى الطول والقصر بحسب ارتفاع المضئ فى القلة والكثرة اعنى ان الظل يتناقص بازدياد الارتفاع للمضئ حتى يبطل عند بلوغ الارتفاع غايته التى لا زيادة عليها وهى بلوغها قمة الرأس كما يحكيه القائل •

اذا زفا الحادى المطى اللغبا وانتقل الظل فصار جوربا

والآخر

اذا المطى اتعبت سواقها وركبت اخفافها اعناقها

وابو النجم فى قوله (والظل عن اخفافها لم يفضل) واراد بعضهم ان يحوم حول العلة فجعلها شدة الحر • وقال

وهاجرة حرها واقد نصبت لحاجبها حاجبي

يلوذ من الشمس افناؤها لباذ الغريم من الطالب

وتسجد

وتسجد للشمس حرباؤها كما سجد القس للراهب

وقريب منه من قال •

ولرب هاجرة تقل بجرها صير الركائب

والشمس تأكل ظلها اكل اللظى عص ناب حاجب(١)

ويزاد الظل بتناقص الارتفاع حتى يصير الى غايته التى ليس وراءها غاية اعنى عدم النهاية فيه عند بطلان الارتفاع •

والأمر فى المعكوس بعكس ذلك والظل مقدار مستقيم الصورة لمقياس مستقيم بالضرورة وان عمل على آلة مقوسة فان التقويس لا يغنى فى صنعته شيأ والارتفاع على قوس من دائرة والتناسب بين القسى والخطوط المستقيمة غير معلوم ولا منتظم على مناهج النسب المعلومة فهو اذن ما بين اضلاع المثلث الكائن من المقياس والظل وقطره وبين اضلاع المثلث الكائن من جيبى الارتفاع وتمامه والجيب الاعظم لانها خطوط مستقيمة والمثلثان متشابهان ولان المقياس هو الفاعل للظل والثابت على مقداره عند اختلاف مقدار مفعوله فان الظل ممسوح به وخاصة اذا كانت المنسبة اليه عند استعماله فى تحديد الاوقات اذ فى حساب النجوم(١) وان فى معرفة احايين الصلوات وليس يكون الظل ابدا مثالا للمقياس اوامثالا كاملة له فانما يكون احيانا بعض المقياس واحيانا امثالا له وزيادة قاصرة عن تمام المثل فاحتيج الى تجزية المقياس

(١) كذا فى الاصل

باجزاء ليقدر بها ذلك المقدار القاصر عن المثل لينطق بتلك النسبة بين عددين كما احتيج فى سائر المقادير الموضوعة آحادا لتقدير الموزونات والمكيلات والمذروعات وغيرها •

ولما لم يكن عدد تلك الاجزاء شيئا ضروريا طبيعيا بل كان وضعيا اختلف قاصدوه اذ لم يجمعهم مكان اوزمان اورأى فاخذ كل واحد منه اماما اتفاقا وذلك غير قادح فى العمل متى كان محفوظا عند انسان واحداوصار معلوما مستعملا عند اناس كثير مجتمعين •

واما ما استصوب لغرض ما من العادات اوالتشبيهات فحاله كحال الاول عند الواحد اوالجماعة •

والذى عثر ناعليه من الاراء فى زماننا فى اعداد هذه التجزية ثلاثة انواع، احدها الستون وهورأى اهل المغرب وعليه العمل فى كتاب المجسطى وفى ازياج متابعى بطلميوس واليونانيين والمحدثين وسببه انه جعل نصف قطر الدائرة حين اراد استخراج نسب الاظلال الىمقاييسها فى الاعتدالين والانقلابين مقياسا وقد كان جعل نصف قطر الدائرة ستين جزأ فصار المقياس مجزأ باجزائه وتبعه المحدث فانتفعوا به من جهتين •

احدهما ان بعض اعمالهم بالاظلال قدصار اسهل كثير امما كان قبل ذلك بالجيوب وسقط عنهم فيها نصف المؤونة •

والثانيـة ان هذا العدد كان مخرج اجزاء الواحد عند المنجمين وعند كثير من اصحاب المعاملات فكلما ان الضرب فى الجيب كله والقسمة عليه ازداد سهولة وصارحطا الى رتبها لدقائق اورفعا عنها كذلك الضرب فى المقياس والقسمة عليه او الضرب فى احدهما والقسمة على الآخر سهل بذلك •

وزدته انا فى أعمال الزيجات مزية سهولة بان جعلت كل واحد من الجيب كله والمقياس جزءا فسقط عنها ذكرالحط والرفع اصلا •

والنوع الثانى من اعـداد التجزئة هو اثنا عشروهو رأى اهل المشرق والهند من نبيهم فانهم يخطون عروض البلدان باظلال الاعتدال والانقلابين ويستخرجون اكثر الاعمال باظلال ويسمون اجزاء هذه القسمة اصابع وبلغتهم الـكل وهكـذافى زيج الاركند الاصابع ودقائقها انحل ويتنحل (١) لـكنه لم يقع لى بالدقائق سماع وانما هو نقل صورة الاسم بالنسخ كما هو •

والسبب فى وقوع سمة الاصابع على هذه الأقسام اثنى عشر ان الشبر المعتدل بالأصابع المعتدلة قد قدر اثنا عشر اصبعا لانه ثلاث قبضات والقبضة أربع أصابع ومقدار الشبر متوسط بين الاستثقال عظما وبين الاستنزار صغرا ويكون اكثر ما يستصحب الانسان فى السفر والحضر من المعادن القريبة منه كالسكاكين والمساطر

---

(١) كـذا

والمسال والاوتاد وما اشبهها بل قايس الظل فلما يعدوه فى اغلب
الاحوال فمن احتاج الى قياس الظل شرع فى الحال الى نصب سكين
معه أوعمل وتديشابههما والعادة فى مقادير السكين سكاكين اولى
الصلاح دون خناجر الدعار جارية على الشبر أوماقاربه من جهتى
الزيادة والنقصان فاذا كان المنصوب شبرا ثم شبر الظل لامثال
المقياس وقدر ما قصر عن المثل بالقبضات والاصابع صار الظل معلوما
وسمى نصف سدس المقياس اصبعا، وكثيرا ما كنت اشاهد الهنود
اذا راموا تحديد وقت لعملهم الذى يجىء له ذكر فيما بعد مروا ايديهم
فى استقبال الشمس حتى صار اليد من لدن المرفق على موازاة الافق
وباطن الذراع والساعد نحو السماء ثم نصبوا نصف الاصبع الوسطى
فصار مقياسا وامتد ظله على بطن الراحة والساعد فمسحوه باصابع
اليد الأخرى، ولم يتفق لى سؤالهم عما بعد ذلك من عملهم لكن
واجب ان تضرب تلك الاصبع فى اربعة حتى تكون اصابع بالحقيقة
لان نصف الوسطى الذى قاسوا ظله هو ربع الشبر فهو ثلاثة اصابع
ونسبة الثلاث الاصابع الى ظلها كنسبة الاثنا عشر الى ظلها •

فحقيقة التحويل ان نضرب اصابع الظل الموجود من نصف
الوسطى فى اثنى عشر ونقسم المبلغ على ثلاثة فتخرج اصابع ظل الشبر
واذا بدلنا كانت نسبة الثلاثة الى اثنى عشر كنسبة الظل الموجود الى
المثل المطلوب والثلاثة ربع الاثنا عشر فاصابع الظل الموجود ابدا ربع

صابع

اصابع الظل المطلوب •

ويمكن أن يكونوا مؤخرين لهذا التحويل الى ماوراء ذلك فيضربون فى خلال العمل شيئا فى اربعة اضعاف الواجب أو يقسمون شيئا على ربع الواجب فيحصل التحويل حينئذ •

ولمثل ما ذكرنا سمى الجزء من اثنى عشر من كل واحد من قطرى النيرين اصبعا لان كل واحد منهما على كبد السماء شبر بالرؤية •

فاما فى زيج الاركند فسمى هذا الجزء باسم مقتضب فى لغتهم فهو ماشه دون الأصبع وكل ماشه اربع كاكى ولم يقع لى بهذا الاسم الاخير سماع، وأما الأول فانى وان كنت سمعته فى الاوزان فانهم يسمون وزن ثلاثة دراهم من الذهب توله وهى اثناعشر ماشه وكل ماشه اربع وندى وكل وندى اربعة جو وهى الشعيرات •

ولما حصلت النسبة على ماذكرناه كانت نسبة الظل الى مظله فى الوقت الواحد وعلى الوضع الواحد بعينه نسبة واحدة سميت الاجزاء التى بها يقسم المظل باثنى عشر عظمت فيه اوصغرت اصابع •

والنوع الثالث هو السبعة اوالستة والنصف وكل واحد من هذين يسمى اقداما وهو رأى للمسلمين فيمابين الرأيين المذكورين والسبب فيه انهم لما احتاجوا من الظل الى ما احتاج اليه الروم والهند وانما احتاجوا الى اظلال نصف النهار ليعرف وقت العصر

منها من اجل وجوب الزيادة فى المحافظة على صلاتها لاشتباه وقتها
لان المتندبين لمراعاة ذلك هم مأذنوا المساجد فالمحققون منها قد
قلدوا اصحاب صناعة التنجيم فى آلات لذلك عملوها ونصبوها لهم
والزائدون عليهم بالاجتهاد فى صناعتهم قد ضبطوا مقادير اظلال
الزوال فى بلدانهم طول ايام السنة بالامتحان والاعتبار حتى تولوا
استخراج وقت العصر منها فجعلوا قدودهم مقاييس اذهى اعمدة
طبيعية ونسبوا اليها تلك الأظلال المضبوطة عندهم لكنهم احتاجوا
الى مسح الظل، وكان القدم اقرب اليه لانها فى اصله وعادة العوام
ان يمسحوا مقادير البيوت بالاقدام عند تأسيس جدرانها واخذ
النموذج لبسطها وفرشها وما شابه ذلك •

وللقدم المعتدلة الى القد المعتدل من نفس واحدة نسبة
معلومة ذكروا انها نسبة الواحد الى السبعة فكما ان الاصبع
الواحد نصف سدس مقياسه كذلك القدم سبع مقياسها والأقسام
السباعية لذلك سميت اقداما •

وما بقى من الفريقين فعوام تشمئز قلوبهم من ذكر الظلال
والارتفاع والجيب ويقشعر جلودهم لمشاهدة الحساب والآلات
ويبلغ بهم ذلك الى حد لا يؤتمن معه مثلهم على مآل فضلا على اوقات
صلوة لا لخيانة وعدم امانة ولكن لفرط جهالة •

مثاله ان واحدا منهم التجأ الى فى هذا الباب وبعثنى ماشهدت

من فرط شفقته بصناعته واشفاقه ان يقع منه فى امر دينى خلل وتخرجه عن التجازف فيه على تولى آلة لأوقات صلاتى النهار بحسب المذهب الذى كان يراه وجعلته على شهور الروم احترا سا عن اسماء البروج فاخذ يقترح فيه على انه عمله على شهور العرب فاعلمته أن الامر لايسنبهم (١) بها وانها مع شدة الاضطراب يحوج حينئذ الى النسئ وهى محرم فى الاسلام وزائد فى الكفر فحملته جهالته على ان ختم الامر بانه لا يتقبل شيئا معمولا على شهور الروم ولايستجيز ادخاله المسجد وليس القوم بمسلمين فقلت له، فالروم ايضا يأكلون الطعام ويعشون فى الاسواق فلا تتشبه بهم فيهما ولما لم ينجع فيه التبصير والتعليم قابلته بما استخفه بالداء الذى لا دواء له ورأيت ترك الاحتساب بكسر تلك الآلة حسبة •

فاما من ذهب فى الاقدام الى الستة والنصف فى مقياسها فقد اداه التدقيق اليه وذلك ان قايس الظل بقده لا محالة يستدبر عين الشمس ويستقبل بوجهه الظل كى يتأمل قدره ويعلم علامة على ما يدرك من نهايته فيصير بالضرورة ابهام رجله نحو طرفه لكن الذى يرسم الظل هو جانب الوجه منه، والذى يعمل طرفه هو ما اشرف من الرأس على الجبهة لكن الشاقول المرسل من مقدم ابهامه يقع من الكعب نحو الاصابع ويكون مسقط الحجر على وسط الاخمص •

---

(١) كذا .

فاذا كان الظل سبعة اقدام من الموقف حين يكون ظل كل شئ مثله ثم كان ابتداء السبعة من عند العقب دون الشاقول المذكور دخل من القدم فى الظل نصف السلاميات باستحقاق وفضل منها نصف العقب فبطل ثم يبقى بعده ظل جانب الوجه ستة اقدام ونصف وهى اقدام الشاقول لأنا فرضنا الوقت حين يساوى الظل مقياسه •

ولهذا امر فى بعض الكتب بان لايعد قدم الموقف فى الظل عند قياسه والأمر فى كلا القولين اصلا حى غير ضرورى ولذلك يجوز لغير هذا الموقف أن يزيد عليه ويفرغ رأيه فيقول ان الرأس مهما خلى وشكله الطبيعى كان كرة معمورة من ناحيتى الجنبين الا ان طوائف من الناس يغيرون خلق الله كأهل خوارزم فانهم يفرطحون رؤوس الاطفال عرضا ويغمزونها فى المهد من ناحيتى الامام والوراء ويصيرونها مثله ونكالا بين اهل العالم ويمكن ان يكون لهم فى الدنيا اشكال •

فان ابقراط ذكر فى كتاب الأهوية والبلدان حال قوم يعرضون رؤوسهم افتخارا بالشجاعة حتى يكون عرض الرؤوس علما لهم وخطر بباله منهم امر مستحيل •

فقال ان ذلك من فعلهم الصناعى يصير طبعه فى النسل يولدون عليها عراض الرؤوس بالطبع فمنعه جالينوس على ذلك •

وكأهل

وكأهل فرغانة فانهم يغمزون الهامة من فرق حتى يشرف مقاديم رؤوسهم على الجبهة وتصير هى المحدثة لطرف الظل وهولآء بالحقيقة هم الذين يقع الشاقول من جباههم على انصاف اقدامهم فيكون ظل القامة عندهم بحسب القانون المتقدم ستة اقدام ونصف .

واما للخوارزميين فيقتضى ان تكون سبعة اقدام وافية لأن اعالى رؤوسهم بين القودين هى المحدثة لطرف الظل ويحاذى اعقابهم ويقع الشاقول منها عليها .

واما الرؤوس المتروكة عل جبلتها الأولى فاعلى موضع فيها هو اليافوخ والشاقول منه واقع على ثلث القدم من جانب العقب فيجب ان يكون اصلهم على ستة اقدام وثلثى قدم وسطا بين الخوارزميين وبين الفراغنة .

ومن أعجب الاشياء ان ابا معشر اثبت ظل الاقدام فى جدول زيجه على ستة وثلاثين وان استعماله فى الموامرة ستة ونصفا، ونقلها النيريزى ومحمد بن عبد العزيز الهاشمى الى زيجيهما كذلك .

وزاد الهاشمى عليهما بان سوى بين الجدول والموامرة فخرج من التذبذب والحسن بن الصباح جعل الشخص فى زيجه المخترع سبعة اقدام ونصف فلئن كان ذلك من الناسخ انه ارتفاع

على السبعة بمثل انحطاط الستة و النصف عنها وان هذا التفريع ليذكر فى جهالات احد من تصدى لمناقضة الباطنية فيما يولعون به من حماقات التشييع وقولهم ان الانسان سبعة اشبار فقال ذلك المناقض فى تكذيبهم بالمعارضة بل هو ثمانية اشبار لان القميص ستة اشبار و نصف وارتفاع الذيل عن الارض نصف الشبر والعنق مع الرأس اكبر من شبر •

وكذلك قال صاحب رسائل اخوان الصفا ان طول القامة ثلاثة اشبار بشبرها مع تفاصيل بعدها لسائر الاعضاء مبنية على الجهالات فان هذا كلامهم فى غاية الرقاعة ان لم يكن اراد به صاحبه دفع الشر بمثله ومعارضة الجهل بما يؤتى عليه فربما قال له الاول ان الشبر ينقص عن القدم بالثمن فاذا انتقلت القامة عن السبعة الاقدام الى الاشبار صارت ثمانية وان لم تكن سبعة اشبار فالتسبيع على حاله من جهة الاقدام،والله يجمع بين الموسى وبين اللحى هولاء المعللين، وكل واحد من نوعى الاصابع والاقدام يستعمل فى الظل المستوى لاعن وجوب وقوع القدم خاصة يذكر فى افياء نصف النهار قبل زوال الشمس عن كبد السماء •

واما فى الظل المعكوس فقد تستعمل فيه الاجزاء الستون لما قدمنا ذكره وسميتها دقائق حين جعلت الجيب كله جزءا واحدا وجائز ان انقسم المقياس بجزئين ونصف مثل مقدار الجيب كله كما

عمله برهمكويت فى زيج كند لانك اوبارهـه (١) اوخمسين جزءا ونصف كما عمل هو فى براهم سندها نده اوسبعة وخمسين جزءا وخمس عشر كما عمل ارجهند فى كتبه وافتفاه بلس اليونانى فى سدهانده •

الا ان استعمال الظل فى حسابات القسى كان لاصحاب بطلميوس فقسموا المقياس بحسب اقسام نصف القطر فى كتاب المجسطى مقتفين إثره فانه ايضا كذلك قسمه فى باب الخامس من المقالة الثانية منه فاما الهند وما تضمنه السدهانددات الخمسة عندهم فما نطق عملهم فيها بشيء يقتضى قسمة المقياس باعداد الجيب فلذلك لم يعرفوه ولم يتعرضوا له •

الثامن فى نقل انواع الاظلال بعضها الى بعض

انواع الاظلال بحسب اجزاء مقاييسها اربعة هى المقدرة بالاجزاء وبالاصابع وبالاقدام الصحاح والمنكسرة فاذا طلب من كل واحد منها سائر انواع الثلاثة حصل منها اثنا عشر ازدواجا اولها اقتران نوع الاجزاء لكل واحد من الانواع الثلاثة الباقية فذلك ثلاثة، ثم اقتران نوع الاصابع لكل واحد من الباقية فذلك ستة، ثم اقتران نوع الاقدام السباعية بالثلاثة الباقية فذلك تسعة، ثم اقتران نوع الاقدام المنكسرة بكل واحد من الثلاثة فذلك اثنا عشر •

---

(١) كذا فى الاصل •

فان الحق بكل واحد منها الاستواء والانعكاس صارت اربعة وعشرين الا ان ذلك لغو لا معنى له من جهة ان التحويل منصبة على المقادير والاقسام مستغن عما يولده نصب المقياس وسطح ظله من جهة ان الاقدام برية عن ذكر الانعكاس وانما يوصف به الظل المقدر بالاجزاء اكثر مما يوصف بالاستواء الاعن ضرورة •

واما المقدر بالاصابع فواقف بين الصفتين على حاله شبيه بالنساوى وصفة الاستواء اغلب عليه فليعدد الاقترانات الاثنا عشر بعد ان يقول بالاطلاق ان الظل اذا كان مقدرا باحد الاقسام الاربعة واردنا تحويله الى اقسام نوع آخر كانت نسبة الظل المحصل الى اقسام مقياسه كنسبة الظل المطلوب الى اقسام مقياسه، وثالث هذه المقادير الاربعة مجهول فلا يزال يضرب اول هذه الاعداد فى رابعها اعنى الظل المحصل فى اقسام مقياس الظل المطلوب ويقسم ما اجتمع على ثانيها وهو اقسام مقياس الظل المحصل فيخرج ثالثها وهو ظل المطلوب •

ولهذا امر فيه كوشيار بن لبان فى زيجه الجامع بان يضرب الظل المفروض فى اقسام المقياس الذى يراد التحويل اليه منحطا اى مقسوما على ستين لان الظل الموضوع فى زيجه هو باجزاء الستين وكل ما قسم على ستين فقد انحط الى ما دونه من الدقائق والثوانى •

ولمثله امر ابو الوفاء البوزجانى فى كل واحد من زيجه ومجسطيه بضرب اجزاء المقياس الذى يراد التحويل اليه فى الظل المفروض ولم يذكر القسمة لانه جعل اجزاء المقياس ستين دقيقة وكل ما قسم على واحد كان ثابتا على مقداره ٠

وعلى التمثيل بالتفضل يبتدئ بالاقران الاول ويقول كأنا وجدنا الظل عشرة اجزاء واردنا نقله الى الاصابع فضربنا العشرة الاجزاء فى اثنى عشر اصبعا وقسمنا المائة والعشرين على ستين جزءا يخرج اصبعان وسواء اخرنا القسمة كما قلنا اوقدمنا بان نقسم اولا مقياس الظل المطلوب وهو اثنا عشر على مقياس الظل المحصل وهو ستون فيخرج خمس واحد ثم نضرب هذا الخارج فى الظل المحصل وهو عشرة اجزاء فيجتمع اثنان وهى الاصابع المطلوبة لكن هذا الخمس ثابت غير متغير لثبات الستين والاثنى عشر على مقدارهما ومعلوم ان ضرب الصحاح فى الكسر هو احد مقدار منها نسبته الى جملتها كنسبة ذلك الكسر الى الواحد فيجب لذلك ان نأخذ دائما من اجزاء الظل خمسها فيتحول اصابع ولأن الضرب اسهل من القسمة فان ضرب الاجزاء فى اثنى عشر دقيقة ينوب عن قسمتها على خمسة لاخذ الخمس والتحويلات الأخر تجرى على مجارى شبيهة بهذه ٠

ومثاله للاقتران الثانى انا اردنا نقل الاجزاء العشرة الى

الاقدام السباعيــة اعنى بمقياس السبعة فضربنا العشرة فى السبعة وقسمنا السبعين عـلى الستين فخرج واحد وسدس وهو اقدام هذا الظل وبتقديم القسمة اذا قسمنا السبعة عـلى الستين خرج سبعة اجزاء من ستين من واحد فاذا ضربناها فى العشرة اجتمع سبعون جزءا من ستين من واحد وذلك واحد وسدس كما خرج اولا ولم يزدد العمل سهولة فان السبعة لا تعد الستين والسهولة انما تحصل باشتراك العددين وتزول بتباينهما •

فان اردنا نقل الاجزاء الى الاقدام المنكسرة اعنى بمقياس ستة ونصف ضربنا العشرة فى ستة ونصف وقسمنا الخمسة والستين على ستين فخرج واحد ونصف سدس وهو اقدام هذا الظل •

واستعمالها بجنسه اسهل بان نضرب الاجزاء فى ثلاثة عشر ونقسم المبلغ على مائة وعشرين وتأخير الضرب لا يسهل بشئ من العمل فان الخارج من قسمة ستة ونصف على ستين هو ثلاثة عشر جزءا من مائة وعشرين من واحد وهما متباينان وكذلك ان اخذنا هذا النصف من مخرج الدقائق فكان المقياس ستة اقدام وثلاثين دقيقة وجب ان نقسم ثلاث مائة وتسعين دقيقة على ثلاثة آلاف وستمائة دقيقة والوفق يضوى (١) هذين العددين الى خمس السدس • يصيرها ثلاثة عشر من مائة وعشرين فيؤول الامر فيهما الى ما تقدم او يخرج ست دقائق ونصف فاذا ضرب فيها العشرة الاجزاء اجتمع واحد وخمس

(١) كذا

دقائق وهى نصف سدس الا ان العمل لم يزدد سهولة، وقد نقصت ثلاثة من الازدواجات فان كان الشخص المحصل اصبعين واردنا نقلهما الى الاجزاء ضربناهما فى الستين وقسمنا المائة والعشرين على اثنى عشر نخرج عشرة اجزاء وهى المطلوبة •

وان قدمنا القسمة كان مقسوم الستين على اثنى عشر خمسة ومضروب الاصبعين فيها عشرة اجزاء لـكن الخمسة غير متغيرة فالاصابع اذن بالضرب دائما فى ستة تتحول اجزاء لان زيادة الستين على اثنى عشر هى اربعة امثال الاثنى عشر وخمسة امثال الشئ مساوية لمجموعه الى اربعة امثال فاصابع الظل ابدا كما تقدم تكون خمس اجزائه ايضا •

وان اردنا نقل الاصبعين الى الاقدام السباعية ضربناها فى السبعة وقسمنا على اثنى عشر فيخرج قدم وسدس وتقدم القسمة لاتزداد سهولة لتباين السبعة والاثنى عشر لـكنا اذا نصفنا الاثنى عشر وزدنا على نصفها سدسه حصل مقياس السبعة فكذلك اذا نقصنا اصابع الظل وزدنا على نصفها سدسه اجتمع اقدام هذا الظل •

ومعلوم ان زيادة السدس يكون بالضرب فى سبعة وقسمة المبلغ على ستة لان نسبة كل مقدار الى مجموعه مع سدسه كنسبة الستة الى السبعة فاذن متى ضربنا نصف الاصابع المعطاة فى سبعة اجتمع فى مثالنا سبعة وبقسمتها على ستة يخرج قدم وسدس كما خرج

اولاسواء قسمنا على ستة اوضربنا فى عشر دقائق لان القسمة على ستة تخرج سدس المقسوم كما نأخذ سدسه بالضرب فى السدس وهو من ستين دقيقة عشر دقائق فاذن مهما ضربنا نصف الاصابع فى سبعة ثم فى عشر دقائق كان الحاصل اقدام ذلك الظل السباعى •

فان رمنا ازالة التنصيف عن هذا العمل ضربنا الاصابع المعطاة فى سبعة فاجتمع ضعف ما كان اجتمع اولا •

ويجب ان تقسمه على ضعف ما كنا قسمنا عليه اولا ليتفق القسم فى كليهما وضعف المقسوم عليه اثنا عشر، وقد آل الى ما تقدم سواء قسمنا عليها اوضربنا المقسوم فى خمس دقائق فانه يخرج بكليهما اقدام هذا الظل •

وقد استعمل بعض الحساب للتسهيل خمسة امثال العددين فضرب فى خمس مرات السبعة وهى خمسة وثلاثون وقسم على خمس مرات الاثنى عشر وهوستون لان نسبة الاعداد الى الاعداد على نسبة اضعافها المتساوية والستون مخرج الكسور فى الصناعة فيجب اذن ان تضرب الاصابع فى خمس وثلاثين دقيقة فتحصل الاقدام السباعية وهذا هو التسهيل دون استعمال العددين صحاحا فان خمساهما ينوبان عنهما ويصير استعمال الاضعاف لذلك فضلا •

فان اردنا نقل اصبعى المثال الى الاقدام المنكسرة ضربناهما فى ستة ونصف وقسمنا الثلاثه عشر على اثنى عشر فيخرج قدم ونصف

سدس

سدس وذلك اقدام هذا الظل وبتقديم القسمة يكون القسم ثلاثة عشر من اربعة وعشرين ، وهذان العددان هما انصاف اقسام المقياسين او اضعفنا اقسامهما فمتى ضربنا الاصابع فى ثلاثة عشر وقسمنا المبلغ على اربعة وعشرين خرج اقدام الظل المنكسرة والستة والنصف مثل نصف الاثنا عشر ومثل نصف سدسها فاذا زدنا على نصف اصابع الظل نصف سدسها حصلت الاقدام المنكسرة لكن زيادة نصف السدس يكون بالضرب فى ثلاثة عشر وقسمة المبلغ على اثنى عشر •

وان اردنا تنصيف الاصابع آل الامر الى ضربها فى ثلاثة عشر وقسمة ما اجتمع على اربعة وعشرين وقد تقدم ذلك •

وابو معشر فى الباب السابع والخمسين من زيجه ضرب ظل الاصابع فى ستة اقدام ونصف وقسم المجتمع على اثنى عشر اصبعا حتى خرج له ظل الاقدام المنكسرة ثم وضع فى الجدول بازاء ثمن الدور ستة اقدام وثلثى قدم مخالفا حساب نفسه — وقد ذكرنا حال الناقلين من زيجه وهذا تمام الاقترانات الستة •

فان كان الظل المعطى اقداما سباعية واردناها اجزاء ضربناها فى ستين وقسمنا المجتمع على سبعة فتخرج الاجزاء •

وان اردنا تحويل الاقدام السباعية الى الاصابع ضربناها فى اثنى عشر وقسمنا المبلغ على سبعة اونصفنا الاقدام وزدنا على نصفها سدسه بالضرب فى السبعة والقسمة على ستة او بالضرب فى السبعة

ثم فى عشر دقائق، وان شئنا اضعفنا عدد الاقدام والقينا من ضعفها سبعة بالضرب فى ستة والقسمة على سبعة •

وكذلك ان القينا من اقدام الظل المغطى سبعها ثم اضعفنا الباقى ، ولمثل ما تقدم اذا ضربنا الاقدام فى ستين وقسمنا المجتمع على خمسة وثلاثين خرج فى جميعها الاصابع المطلوبة •

وعكس التسهيل المتقدم فيها هو ان تقسم الاقدام على خمس وثلاثين دقيقة الاان مزوة (١) السهولة بالضرب زائلة عن القسمة •

واذا اردنا نقل الاقدام السباعية الى الاقدام المنكسرة ضربناها فى ستة ونصف وقسمنا ما اجتمع على سبعة فيخرج المطلوب وان شئنا نقصنا من الاقدام السباعية نصف سبعها بالضرب فى ثلاثة عشر وقسمة المبلغ على اربعة عشر ، وقد كمل من الاقترانات تسعة •

فان كان الظل المغطى اقداما منكسرة واردنا نقلها الى الاجزاء ضربناها فى مائة وعشرين وقسمنا المبلغ على ثلاثة عشر فتخرج الاجزاء ، والاختيار اليك فى هذين العددين ان شئت جعلتهما انصاف اقسام كل واحد من المقياسين وان شئت جعلتهما ضعف المقياسين والامر فى الاستعمال واحد والمقصد فى آخره كذلك •

فاما نقل هذه الاقدام المنكسرة الى الاصابع فتضربها فى

---

(١) كذا فى الاصل •

اربعة وعشرين وقسمة ما بلغ على ثلاثة عشر وهما انصاف اقسام المقياسين فاستعملها ابو معشر فى باب المذكور من زيجه كما هو من غير بسط الى الانصاف .

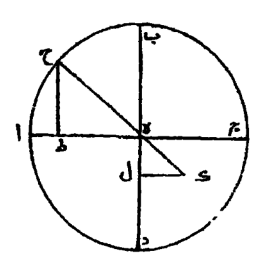
واما تحويلها الى الاقدام السباعية فبان نضرب فى اربعة عشر ونقسم ما اجتمع على ثلاثة عشر وهذا اتمام الازدواجات الاثنى عشر .

التاسع فى الظل المستوى والارتفاع واستخراج احدهما من الآخر اذا كان مجهولا

نسبة المقياس الى قطر الظل كنسبة جيب الارتفاع الى الجيب كله فليكن ـ ا ب ج ـ دائرة الارتفاع على مركز ـ ه القائم مقام رأس المقياس و ـ اه ج ـ الفصل المشترك بين سطح الافق وبين سطح هذه الدائرة و ـ ب د ـ قطبا الافق ونفصل ـ ه ل ـ مساويا للمقياس والشمس على نقطة ـ ح ـ فيكون ا ح ـ ارتفاعها وعمود ـ ح ط ـ جيب هذا الارتفاع و ـ ح ب تمام ارتفاعها و ـ ه ط ـ مساو لجيبه ونخرج شعاع ـ ح ه ك ول ك ـ عمودا على ـ ه ل ـ فيكون ـ ل ك ـ الظل المستوى لارتفاع ـ ا ح ـ و ـ ك ه ـ قطر الظل ولتوازى خطى ـ ل ك ط ه ـ تكون زاوية ـ ح ه ط ـ الخارجة مساوية لزاوية ـ ه ك ل وزاويتا ـ ط ل ـ قائمتان فمثلثا ـ ه ك ل ـ ح ه ط ـ متشابهان

فنسبة ـ ه ل ـ المقياس الى ـ ك ه ـ قطر الظل كنسبة ـ ح ط جيب الارتفاع الى ـ ه ح ـ الجيب كله ·

ش ـــ ٨



فان فرض لنا الظل لوقت ما معلوما فاردنا معرفة ارتفاع الشمس لوقتئذ ضربنا الظل فى مثله والمقياس فى مثله وأخذنا (١) المجتمعين فيكون قطر الظل ثم قسمنا عليه مضروب المقياس فى الجيب كله فيخرج جيب الارتفاع ونقوسه فى جداول الجيوب فيخرج ارتفاع الشمس لوقت ذلك الظل، وهكذا نعمل فى بجيب كل قوس مساة اذا علمناه ولثبات المقياس والجيب كله فى كل زيج على مقدار واحد يمكن ان نفرض فى العمل مضروب احدهما فى الآخر اصلا نعمل عليه دائما كما يوجد فى بعض الزيجات واذا اعتبر ذلك بالاجزاء وتقدار الجيب كله كان مضروب اجزاء المقياس الستين فى جيب بطلميوس ـ ٣٦٠٠ ـ وفى جيب الهند ـ ١٠٠ ـ ومضروب اصابع

(١) هنا خرم ن الاصل ·

المقياس

المقياس فى جيب بطلميوس ــ ٧٢٠ ــ وفى جيب الهنــد ــ ٣٥
ومضروب اقدام المقياس السباعية فى بطلميوس ــ ٤٢٠ ــ وفى جيب
الهند سبعة عشر جزءا ونصفا وبالانصاف لازالة الكسر عن العدد
٣٥ ــ ومضروب اقدام المقياس المنكسر فى جيب بطلميوس ــ ٣٩٠
وفى جيب الهندسة عشر جزء وربع وبالارباع لازالة الكسر ــ ٦٥
فان جعل المقياس جزءين ونصفا لتساوى جيب الهند كان مضروب
هذه الاجزاء فى جيب بطلميوس ــ ١٥٠ ــ وفى جيبهم ستة وربع
وبالارباع ــ ٢٥ •

ومتى توصل اعمال اصحاب هذه الصناعة فى ذلك لم يخف
ما سلكوه من الطرق ووضعوه من الاعداد كمحمد بن ابراهيم
الفزارى ويعقوب بن طارق ومحمد بن موسى الخوارزمى وحبش
الحاسب وابى معشر البلخى والفضل بن نديم النيريزى ومحمد بن جابر
البتانى (١) وابى الوفا البوزجانى فان هؤلاء كلهم ذكروا فى زيجاتهم
انه اذا ضرب الظل فى مثله والمقياس فى مثله واخذ جذر مجموعهما
كان قطر الظل لان ــ ك ه ــ فى الشكل المتقدم يقوى على ــ ك ل
ل ه ــ ثم منهم من ذكر ضرب المقياس فى مثله مطلقا ومنهم من
عين عدد مربعه بحسب المقدار المفروض للمقياس فى زيجه من مائة
واربعة واربعين وربع لاحد نوعى الاقدام وتسعة واربعين للنوع
الآخر وثلاثة آلاف وست مائة للاجزاء وعلى مثله الحال فى زيج الشاه

---

(١) كذا فى الاصل

للاصابع، ولما تقرر لجميعهم قطر الظل تدرج به بعضهم الى جيب تمام الارتفاع و بعضهم الى جيب الارتفاع نفسه .

اما الذين قصدوا جيب تمام الارتفاع فانهم ضربوا الظل المفروض فى الجيب كله وقسموا المبلغ على قطر الظل فخرج لهم جيب تمام الارتفاع لان نسبة ـ ل ك ـ الى ـ ك ه ـ كنسبة ـ ط ه الى ـ ه ح ـ و ـ ه ط ـ مساو لجيب قوس ـ ل ح ـ تمام ـ ا ح الارتفاع، وهؤلاء هم الخوارزمى فى احد عمليه والنيريزى والبتانى (١) وكذلك كوشيار فى زيجه الجامع لكن الجيب كله لما كان عنده مجزءا بستين اقام الحط مرتبة مقام الضرب فيه فقال اقسم الظل على قطره منحطا اى مضروبا فى ستين فيخرج جيب تمام الارتفاع .

واما الذى قصد واجيب الارتفاع نفسه فقد قسموا على قطر الظل مضروب المقياس فى الجيب كله لان نسبة ـ ه ل ـ الى ه ك ـ كنسبة ـ ح ط ـ الى ـ ح ه ـ ولكن كل واحد من المقياس والجيب كله كما قلنا غير معتبرين بالقدر ففرضوا مضروب احدهما فى الآخر بحسب ما اقتضاه الزيج، اما الفرارى والخوارزمى ويعقوب بن طارق وابو معشر وصاحب زيج الشاه فانهم امروا بقسمة ألف وثمانى مائة على قطر الظل وهو مضروب مائة وخمسين فى اثنى عشر .

---

(١) كذا

ويجب

ويجب ان يلحق بهذا العدد ذكر الدقائق احتراسا عن زلة من يقلد ولا يفهم •

واما حبش والبتانى فانهما امرا بقسمة سبع مائة وعشرين على قطر الظل وهى مضروب ستين فى اثنى عشر فبهذه الاعمال صار الارتفاع لهم معلوما •

وفى عكس ذلك اذا فرض الارتفاع معلوما واريد ظل الشخص وحنئذ فان نسبة ـ ح ط ـ جيب الارتفاع فى الشكل المتقدم الى ط ه ـ جيب تمامه كنسبة ـ ه ل ـ المقياس الى ـ ل ك ـ ظله ولهذا يضرب المقياس فى جيب تمام الارتفاع ويقسم المجتمع على جيب الارتفاع فيخرج الظل •

وعلى هذا العمل فى زيج الشاه ويعقوب والخوارزمى وحبش وابى معشر والنيريزى والبتانى لايختلف الا بمثل ما اختلف به ما تقدم اعنى ان بعضهم يطلق ذكر المقياس اذا ضرب فيه وبعضهم يعين اجزاءه بحسب مافرض فى زيجه •

وكالنيريزى فانه يضرب فى الجيب كله بدل الضرب فى المقياس لان كل واحد منهما عنده ستون جزءا، والذى امر به كوشيار من قسمة جيب تمام الارتفاع على جيب الارتفاع منحطا هو الذى امر بعينه فان المنحط هو المضروب على جيب الارتفاع منحطا فى ستين التى هى اجزاء المقياس عنده ، كذلك ابو الوفاء

امر بمثله الا انه لم يحط اذ كان فرض المقياس واحدا .

وربما يخطر ببال المطالع لكتاب ابى سعيد احمد بن محمد بن عبدالجليل السجزى فى العمل بالاسطرلاب ان شكل الظل فيه مخالف لما تقدم بسبب سلوكه فيه طريق التحويل، ونحن نحكيه من الصورة المتقدمة، اما الحساب فهو ما تقدم .

واما البرهان فانه فرض بنبه (١) ـ ح ط ـ فى المقدارين الاولين من الاربعة المتناسبة جيب الارتفاع ـ و ـ ط ه ـ جيب تمامه ثم فرض ـ ح ط ـ فى المقدارين الآخرين منهما المقياس و ط ه ـ ظله فصارت نسبة ـ ح ط ـ الى ـ ط ه ـ بمقدار ما كنسبة ح ط ـ الى ـ ط ه ـ بمقدار غيره ولهذا شبهناه بالتحويل .

ونقول ان نسبة ـ ح ط ـ الى ـ ح ه ـ كنسبة ـ ه ل الى ـ ه ك ـ فاذا قسمنا مضروب المقياس فى الجيب كله على جيب الارتفاع خرج قطر الظل وهو يقوى عليه وعلى المقياس فاذا نقصنا من مضروب قطر الظل فى نفسه مضروب المقياس فى نفسه واخذنا جذر الباقى كان ظل ذلك الارتفاع لكن المقياس غير متغير المقدار و ن تغير اعداد اقسامه فمضروبه فى مثله غير متغير الى (١) بحسب تغيرها والى هذا ذهب الفزارى وحبش فقسم احدهما على جيب الارتفاع ألفا وثمانى مائة اذ كان الجيب كله عنده ستون فخرج لهما قطر الظل ثم نقصنا من مربعه مائة واربعة واربعين

(١) كذا فى الاصل .

التى هى مربع المقياس فبقى لهما مربع الظل •

واما ابو الوفاء فانه قسم الجيب كله على جيب الارتفاع فخرج له قطر الظل لانه لما فرض المقياس واحدا صار مضروب الجيب كله فيه هو هو بعينه فقسمته اياه على جيب الارتفاع يقوم مقام قسمة مضروب الجيب كله فى المقياس ولما حصل له قطر الظل عمل فى احد طرفيه بمثل ما تقدم من اخذ جذر فضل ما بين مربعى قطر الظل والمقياس •

وفى الطريق الآخر ضرب قطر الظل فى جيب تمام الارتفاع لان نسبة ـ ه ك ـ الى ـ ك ل ـ كنسبة ـ ه ح ـ الى ـ ه ط ـ فاذا ضرب ـ ك ه ـ فى ـ ه ط ـ لم يستغن عن القسمة على ـ ه ح ـ الاحين نجعله ايضا واحدا ولم نفعل فيجب ان يلحق به ليصح •

ووجد فى بعض الاعمال المجهولة انه اذا قسم على جيب الارتفاع تسع مائة وخمسة وسبعون ثم ضرب ما يخرج فى مثله ونقص منه اثنان واربعون وربع كان جذر ما يبقى هو الظل وهو بعينه كما تقدم ذكره •

الا ان صاحبه لما قصد عمل الظل بالاقدام المنكسرة قسم مضروب الجيب كله على انه مائة وخمسون فى مقياس تلك الاقدام على جيب الارتفاع فخرج قطر الظل كما استبان من قبل، فاما الاثنان والاربعون والربع فانها مضروب هذا المقياس فى مثله ويكون بالازيد

---

(١) كذا فى الاصل ولعلما سقطت العبارة من ها

لازالة الكسر مائة وتسعة وستون. واما بالمقياس السباعى فانه تسعة واربعون •

وان اردنا الظل على قياس طريق بطلميوس فى مثله على ما انبأ عنه فى النوع الخامس من المقالة الثانية من المجسطى فلان زاوية ك ه ل ـ فى الشكل المتقدم بمقدار تمام الارتفاع فان زاوية ـ ه ك ل بمقدار الارتفاع وذلك بالمقدار الذى به الزوايا الاربعة القائمة ثلاث مائة وستون جزأ •

واما بالمقدار الذى به الزاويتان القائمتان ثلاث مائة وستون جزأ فان زاوية ـ ك ه ل ـ ضعف تمام الارتفاع وزاوية ـ ه ك ل ـ ضعف الارتفاع ـ فه ل ـ وترضعف الارتفاع و ـ ل ك ـ وترضعف تمام الارتفاع فى الدائرة المحيطة بمثلث ـ ه ك ل ـ فهذا المثلث معلوم الاضلاع بالمقدار الذى به ـ ه ك ـ مائة وعشرون جزأ لكن مقياس ه ل ـ مفروض لمقدار ونسبته الى ظل ـ ل ك ـ كنسبة ـ ه ل على انه وترضعف الارتفاع فظل ـ ل ك ـ اذن معلوم بمقدار مقياس ه ل ـ فهذه طريقة بطلميوس •

ولان انصاف الاوتار على نسب اضعافها فانا اذا انصفنا الاوتار المذكورة زالت سمة الاضعاف عن قسيها وصارت جيوبا لها وآل الامر فيها الى الطريق الاول الذى حكيناه عن زيج الشاه وجماعة من اصحاب الزيجات ولم يخالفه فى شيء من لوازم الحساب، وان كان

ابو الحسن الاهوازى يستبعده ويظنه طريقا غير ما عليه القوم •

العاشر فى الظل المعكوس

والارتفاع واستخراج احدهما من الآخر اذا كان مجهولا

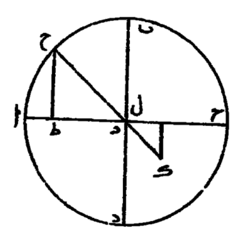
وللظل المعكوس فلنعد الشكل المتقدم و نفصل المقياس من قطر ـ ه ج ـ فيصير ظل ـ ل ك ـ معكوسا لمقياس ـ ه ل ـ ومثلثا ح ط ه ـ ك ل ه ـ على حالهما من التشابه فنسبة ـ ل ك ـ الى ـ ك ه كنسبة ـ ح ط ـ الى ـ ح ه ـ ونسبة ـ ح ط ـ الى ـ ط ه كنسبة ـ ل ك ـ الى ـ ل ه ـ فاذا فرض لنا الظل المعكوس معلوما فاردنا ارتفاعه اخذنا جذر مجموع مضروب كل واحد من الظل المعكوس ومقياسه فى مثله ليحصل قطر الظل المعكوس ثم نضرب الظل المعكوس فى الجيب كله و نقسم المجتمع على قطر الظل المعكوس فنخرج جيب الارتفاع •

واليه اشار كوشيار بقوله يقسم الظل المعكوس على قطره منحطا اى مضر وباً فى الجيب كله الذى عنده ستون جزأ وان كان المعطى هو الارتفاع معلوما واردنا ظلـه المعكوس ضربنا جيب الارتفاع فى المقياس وقسمنا المجتمع على جيب تمام الارتفاع فيخرج ظله المعكوس بحسب اقسام مقياسه واليه ذهب البتانى بعينه•

فاما كوشيار فانه امر بقسمة جيب الارتفاع على جيب تمامه منحطا حتى يخرج الظل وانحطاط جيب الارتفاع هو ضربه فى

الجيب كله المساوى عنده للمقياس •

ش — ٩



فاما ابو الوفاء فازال الخط عن العمل لانه فرض المقياس
واحد اوفى موضع آخر امر بقسمة الجيب كله على جيب تمام الارتفاع
حتى خرج له قطر الظل المعكوس وذلك لان نسبة — ح ه — الى
ه ط — كنسبة — ك ه — الى — ل ه — فاذا قسم مضروب — ح ه — فى
ل ه — على — ه ط — خرج — ك ه — لكن — ل ه — عنده واحد
فضروب — ح ه — فى — ل ه — هو — ح ه — بعينه ثم اذا حصل
قطر ظل ستخرج منه الظل بطريقين قد تقدما فى ذكرنا طرق
هذا الظل بعينهما. وهذا الظل على منافعه فى حسابات القسى الفلكية
نافع فى عمل الساعات على الآلات المنتصبة كالمكحلة والسوط
وما اشبه ذلك وينتفع به احيانا فى الارصاد كالمنقلب الصيفى فان
وقته وان كان عسر الادراك فانه بالظل المعكوس اقرب واسهل

واصابة

واصدق كما ان وقت المنقلب الشتوى بالظل المستوى دون المعكوس كذلك •

الحادى عشر

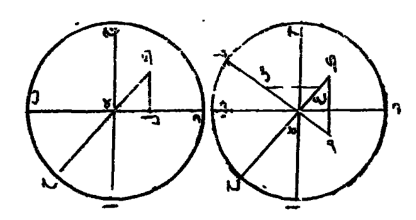
فى الاشتراك بين نوعى الظل وتناسبهما واستخراج احدهما من الآخر

الظل الواحد بعينه يكون مستويا لقوس ومعكوسا لتمامها وذلك ان خط ـ ا ه ج ـ اذا كان فى سطح الافق كان سمت الرأس نقطة ـ ب ـ والارتفاع ـ اح ـ ولك ظل مقياس ـ ه ل فان احتسب بنقطة ـ ا ـ سمت الرأس وبخط ـ ب ه د ـ فى سطح الافق كان الارتفاع ـ ب ح ـ ومقياس ـ ه ل ـ موازيا للافق فكان ـ ا ك ـ ظلا معكوسا لارتفاع ـ ب ح ـ فان ظل ـ ل ك مستو لقوس ـ اح ـ ومعكوس لقوس ـ ب ح ـ و ـ المقياس وسط فى النسبة بين ظلى القوس الواحد مستويا ومعكوسا •

فلنعد الشكل وفيه ـ ك ل ـ ظل مستو لقوس ـ اح ـ ونجيز على ـ ه ـ قطر ـ ط ه م ـ عمودا على ـ ح ك ـ يبقى ـ ك ل ـ على م ـ فاذا توهمنا ـ ب ه د ـ فى سطح الافق و ـ ج ـ سمت الرأس حتى يكون الارتفاع ـ ب ط ـ كان ـ ل م ـ ظله المعكوس لكن قوس ـ ب ط ـ مساوية لقوس ـ اح ـ وقد كان ظله المستوى ولان زاوية ـ ك ه م ـ قائمة فانها فى نصف الدائرة التى قطرها ـ ك

ل م ـ وذلك يتشابه مثلثات ـ م ه ك ـ م ه ل ـ ك ه ل ـ فنسبة ك ل ـ الظل المستوى الى ـ ل ه ـ المقياس كنسبة ـ ل ه ـ المقياس الى ـ ل م ـ الظل المعكوس فربع المقياس مساو لمضروب الظل المستوى فى المعكوس للقوس الواحد •

ش ـ ١٠



ويجوز للتسهيل ان نفرز ـ ه ز ـ مساويا لمقياس ـ ه ل ـ ونجيز على ـ ز ـ عمودى ـ س ز ع ـ على ـ ا ه ج ـ فيساوى مثلثا ـ ك ه م ـ س ه ح ـ مع التشابه ويكون ـ ز ع ـ الظل المعكوس لقوس اح ـ مساويا ـ لل م ـ الظل المعكوس لقوس ـ ب ط ـ المساوية لقوس ـ اح ـ فمقياس ـ ه ل ـ اذن وسط فيما بين ظلى ـ ل ك المستوى و ـ زع ـ المعكوس ولهذا اذا كان احدنوعى الظل معلوما عندنا لقوس مفروضة امكننا ان نعلم منه الآخر بان نقسم على المعلوم

منهما

منهما سواء كان المستوى أو المعكوس مضروب مقياسه فى مثله فنخرج الآخر المجهول مقدارا باقسام ذلك المقياس •

الثانى عشر فى جداول

تشتمل على الاظلال مفروغا من حسابها وكيفية اخذها

ان من شأن اصحاب الزيجات ان يضعوا حصص القسى من الاظلال بازائها فى الجداول محلولة لجزء جزء وهذا موضع أليق بذلك وقد وضعناها فيه •

فمتى ادخلنا بقوس الارتفاع فى سطر العدد الأول فان اردنا الظل المستوى أو الثانى ان أردنا المعكوس وجدنا بازائه ظل ذلك الارتفاع فى الجدول الذى طلبنا مقياسه فان عسر كان سطر العدد فى فى احد الزيجات واحد اواريد احد نوعى الظل المستوى من جدول الظل المعكوس اوالمعكوس من جدول الظل المستوى القينا الارتفاع اعنى القوس المفروضة من تسعين وادخلنا بالباقى فى سطر العدد واخذنا ما بحياله فيكون المطلوب •

وكذلك ان استعملنا فى الحساب تمام الارتفاع خرج لنا ظله بغير الجنس الذى مهدله ذلك العمل ومتى كان الظل مفروضا واريد قوسه طلب مثل ذلك الظل فى جدوله فتكون قوسه بازائه فى احدى سطرى العدد ان كان الظل مستويا ففى اولهما وان كان معكوسا ففى ثانيهما، وذلك يعرف ايضا من التوقيع فوق السطر كما

تعرف كيفية الظل من مثله فوق جدوله (١) ٠

ونتبع الجداول بما يعظم الانتفاع بمعرفته وفى سائر الجداول، فنقول ان من المعلوم ان ما كان من الجداول متساوى التفاضل فيما هو موضوع بازاء سطر عدده فان تعديل الكسور الفاضلة عن الموجود فى صحاح سطر العدد تفاضل ما بين السطرين مصمم حاق الحقيقة وان ما كان التفاضل مختلفا فان تعديل الكسور فيه يفضل ما بين السطرين مقاربا للحقيقة غير لاحق بها وكلما عظم الاختلاف فى التفاضل كان عن الحقيقة ابعد وكان ذلك الخلاف اظهر من جهة ان حصص الكسور تختلف بحسب اختلاف حصص الصحاح والظل مما يختص بذلك اما المستوى فعند مبدأ الارتفاع لان اعظمه عند طلوع الشمس وغروبها، واما المعكوس فعند انتهاء الارتفاع لان اعظمه عند مسامتة الشمس الرأس ٠

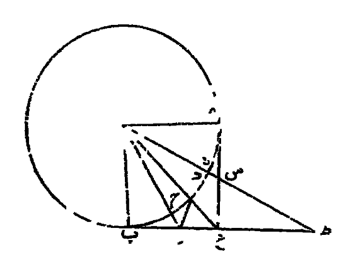
وهذا وضع كوشيار فى زيجه الجامع جداول الظل المعكوس الى ثمن الدور، وقال ان ما جاوز الخمسة والاربعين جزأ من القسى لا يصح فيه بالظل الا بالقوة واما بالفعل فان تفاضل الظل يعظم اختلافه فلا يكاد يصح شئ حسب به وذلك مما لا يحصل بالاستراء كما حصل لبطلميوس المتداران اللذان قطع عليهما قطعتى فلك التدوير والخارج المركز فى التعديل وجعل احدهما ثلاث درج

(١) بعد هذه العبارة بياض قدر ست او سبع اسطر فلعل محل هذا كان الجدول او مسودة مثله فتامل ٠

والآخر

والآخر ست د ر ج •

فاما اختلاف حصص اجزاء القسى فهو وان كان ظاهرا من اختلافها للأجزاء التامـــة فانه يزداد وضوحا بان نخط على ا - رأس المقياس ويبعد - اب - طوله دائرة - ب ج - ده م ونفصل - منها قسى - ب ج - ج د - ده - ه م - على نسبة عددية لتساوى فضول ما بينها سواء كانت هذه الفضول احادا جزاء اوجماعاتها ونخرج - اج ز - ادح - اه ط - ويكون - ب ز ظل تمام - ب ج - و - ل ح - ظل تمام - ز د - و - ب ط - ظل تمام - ب ه - ونصل - ز د ح - س م - فلتساوى الزوايا التى عند مركز - ا - يكون مثلثا - اب ز - ا د ز - متساويين متشابهين ويكون ضلعا - د ب - زد - متساويين وزاوية - اب ز - قائمة فزاوية - ا د ز - ايضا قائمة - فح ز - وترها اعظم من - زد - اعنى ز ب - فزب - اصغر من - ز ح • ش-١١



وبمثل ذلك يكون ـ ح م ـ مماسا للدائرة ولتساوى مثلثى
ن ح ـ ا م ح ـ ومثلثى ـ ا ب ز ـ ا م س ـ يكـون ـ س ح ـ
مساويا ـ اح ز ـ ومثـلث ـ ا س ح ـ مساويا لمـثلث ـ اح ز ـ
وشبيها به فنسبـة مثلث ـ ا ز ح ـ اعنى ـ ا س ح ـ الى مثلث
ا ح ط ـ كنسبـة ـ ز ح ـ الى ـ ح ط ـ ومثلث ـ ا س ح
بعض مثلث ـ ا ح ط ـ فز ح ـ بعض ـ ح ط ـ وعـلى هـذا
القياس ما وراء ـ ح ط ●

وهذه الحال لازمة فى اجزاء الظل لزومه فى الحصص المذكورة
والاحتياط فى استعمال الظل ان لا ينحطى (١) الى ما جاوز قوسه ثمن الدور
فان اريد ضرب عدد فى ظل قوس أزيد على خمسة واربعين جزأ قسم
ذلك العدد على ظل تمامها وان اريد قسمته على ظل قوس كذلك ضرب
فى ظل تمامها ●

وليكن ـ ا ـ ظل قوس مفروضة و ـ ب ـ ظل تمامها وسواء
جرينا العبارة على هذا فى الأظلال المتجانسة أو اضفنا الظلين معا الى
القوس المفروضة فيكون من جنسين لان ظل القوس مستويا هو ظل
تمامها معكوسا ونضع فيما بين ـ ا ب ـ مقياس ـ ج ـ وسطا كما
بينا آنفا ونفرضه لتسهيل التفهيم فى هذا الموضع واحدا فانا لا نحتاج
الآن الى مداولة اجزائه ولنقسم عدد ـ ط ـ على ـ ا ـ فيخرج ـ ه
وذلك لان ضرب ـ ا ـ فى ـ ه ـ هو ـ ط ـ وضرب ـ ا ـ فى ـ ب

(١) كذا

هو ـ ج ـ فا ـ اذن ارتفاع مشترك بين ـ ط ـ ج ـ فنسبته الى ـ ه
كنسبة ـ ج ـ الى ـ ط ـ فضرب ـ ب ـ فى ـ ط ـ مساولضرب
ه ـ فى ـ ج ـ لكن ـ ج ـ واحد فضربه فى ـ ه ـ هو ـ ه ـ فضرب
ب ـ فى ـ ط ـ هو ـ ه ـ وذلك ما اردنا ان نبين •

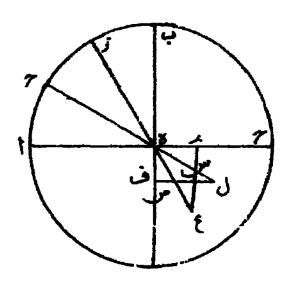
ش ـــ ١٢

ظل تمام القوس — القسم
المقياس — العدد المقسوم على ظل القوس
ظل القوس

وكذلك نبين ان الاظلال المستوية للقسى المفروضة مناسبة
لاظلالها المعكوسة على التكافىء فليس قوسا ـ ا ح ـ ا ز
مفروضتان و ـ ه ك ـ المقياس ونخرج ـ ه ل ح ـ ز ه ص ـ فيكون
ك ل ـ ظل قوس ـ ا ح ـ المستوى و ـ ك ص ـ ظل قوس ـ ا ز
المستوى ثم لنفرض المقياس ـ ه م ـ ونخرج ـ م ع ـ موازيا
له ك ـ يلقى ـ ح ل ـ على ـ س ـ و ـ ز ص ـ على ـ ع ـ
فيكون ـ م س ـ ظل قوس ـ ا ح ـ المعكوس و ـ م ع ـ ظل قوس
ا ز ـ المعكوس •

اقول ان نسبة ـ ل ك ـ الى ـ ص ك ـ كنسبة ـ م ع ـ الى م س ـ وذلك لان المقياس وسط فى النسبة بين ـ ل ك ـ م س فضرب احدهما فى الآخر مساو لمربع المقياس و كذلك هو وسط فى النسبة بين ـ ص ك ـ م ع ـ فضرب احدهما فى الآخر مساو لمربع المقياس فضرب ـ ل ك ـ فى ـ م س ـ اذن مساو لضرب ـ ص ك فى ـ م ع ـ فنسبة ـ ل ك ـ الى ـ ص ك ـ كنسبة ـ م ع ـ الى م س ـ على التكافىء أعنى ان نسبة ظل قوس ـ اح ـ الى ظل قوس ا ز ـ المستويين كنسبة ظل قوس ـ ا ز ـ الى ظل قوس ـ ا ح المعكوسين وذلك ما اردناه ٠

ش ــ ١٣



ولتبيين مابين ظلى القوسين من النسبة نفرض قوسى ـ ا ح ا ز ـ مختلفتين صغراهما ـ ا ح ـ وجيبهما ـ ح ط ـ وجيب تمامهما ك ه ـ وظلهما المعكوس ـ م س ـ وجيب الكبرى ـ ز ك ـ وجيب

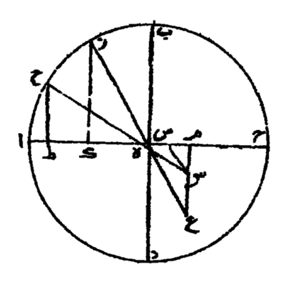
تمامها

تمامها ـ ك ه ـ وظلها المعكوس ـ م ع ـ ونخرج ـ س ص موازيا ـ له ع ـ ونجعل ـ س ه ـ وسطا في النسبة بين ـ س ص ع ه ـ فنسبة ـ س ص ـ الى ـ س ه ـ كنسبة جيب زاوية س ه م ـ اعنى ـ ح ه ا ـ الى جيب زاوية ـ ه س ـ التي جيبها جيب زاوية ـ س ص م ـ المساوية لزاوية ـ ز ه ا ـ ونسبة ـ س ه الى ـ ه ع ـ كنسبة ـ ف ه ـ الى ـ ه ز ـ المساوى ـ له ح ونسبة ـ ف ه ـ الى ـ ه ح ـ هى نسبة ـ ه ك ـ الى ـ ه ط فنسبة ـ س ص ـ الى ـ ع ه ـ اذن مؤلفة من نسبة ـ ح ط ـ الى زك ـ ومن نسبة ـ ه ك ـ الى ـ ه ط ـ لكن نسبة ـ س ص ـ الى ع ه ـ هى نسبة ـ م س ـ الى ـ م ع ـ فقد استبان ان نسبة ظل صغرى القوسين الى ظل كبراهما معكوسين مؤلفة من نسبة جيب الصغرى الى جيب الكبرى ومن نسبة جيب تمام الكبرى الى جيب تمام الصغرى •

وتبين ايضا انها مؤلفة من نسبة جيب الصغرى الى جيب تمامها ومن نسبة جيب تمام الكبرى الى جيبها وذلك لان نسبة ـ م س ـ الى ـ م ه ـ كنسبة ـ ح ط ـ الى ـ ط ه ـ ونسبة ـ م ه الى ـ م ع ـ كنسبة ـ ه ك ـ الى ـ ك ز ـ فنسبة ـ م س ـ الى م ع ـ اذن مؤلفة من نسبة ـ ح ط ـ الى ـ ط ه ـ ومن نسبة ه ك ـ الى ـ ك ز •

فاما مابين قطرى الظلين فان نسبة ـ س ه ـ الى ـ ه ع ـ هى نسبة ـ ف ه ـ الى ـ ه ز ـ التى بينا انها كنسبة ـ ه ك ـ الى ـ ك ط فنسبة قطر الظل المعكوس لصغرى القوسين الى قطر الظل المعكوس لكبراهما كنسبة جيب تمام الكبرى الى جيب تمام الصغرى وذلك ما اردنا بيانه •

ش ـ ١٤



واذا تدبر مثل ما ذكرنا فى صورة مشابهة لهذه تعرض للظلين المستويين استبان فى نظير النسبة الاولى ان نسبة ظل القوس الصغرى مستويا الى ظل القوس الكبرى مستويا مؤلفة من نسبة جيب الكبرى الى جيب الصغرى ومن نسبة جيب تمام الصغرى الى تمام الكبرى •

واتضح فى نظير النسبة التامة ان نسبة ظل الصغرى الى ظل الكبرى مؤلفة من نسبة جيب تمام الصغرى الى جيبها ومن نسبة جيب الكبرى الى جيب تمامها •

وظهر

وظهر للقطرين ان نسبة قطر الظل لصغرى القوسين الى قطر الظل لكبراهما كنسبة جيب الكبرى الى جيب الصغرى وذلك ما نحوناه ٠

الثالث عشر فى اثبات انواع الاظلال فى الاسطرلاب لتكون عدة لما يستأنف

قد ذكر حمزة الاصبهانى فى كتاب الموازنة ان الاسطرلاب لفظة فارسية قد عربت فانها اشتاره ياب اى مدرك النجوم وممكن ان يكون هذا اسمه عند الفرس اما مشتقا من الفعل الخاص به واما معربا من اليونانية كتعريب الفارسية فان اسمه باليونانية اسطر ليون واسطر هو النجم بدليل ان علم الهيئة يسمى عندهم اسطر ونوميا - و - صناعة احكام النجوم اسطر لوخيا وهو آلة قد وجدنا لهم فى صنعتها والعمل بها كتبا قديمة ولم نجد لغيرهم فيها شيئا وان كان عندهم منقولا منهم واهل المشرق لا يعرفون الاسطرلاب ولا يهتدون لغير استعمال الظل بدله ٠

ويبلغ من جهالة المتعصبين للهند على الروم ان بعضهم خلد فى كتاب له قوله ان بالعود وضع الاسطرلاب والبيضة وذات الحلق وبظله اسست ابوابها، ولم يكن العلماء فيما مضى يعملون فى سائر كتبهم الابالعود لانه اصوب الاشياء واقربها الى الحق ومن ذلك صح للهند القضاء فى النجوم وقل خطاؤهم لدقة استعمالهم

العود حتى يخرجون الطالع ودقيقته الى العاشرة •

وهذا كلام شبه كلام المصر وعين ومن لا يعرف كل واحد من الاسماء والافعال التى ذكر فنبهه عطسه وتشمته بها وندعواله بالرحمة •

ثم نقول قدجرى الرسم عند صناع الاسطرلاب بان يعملون الظل المستوى على ظهره فى محيط الربع المقابل لربع الارتفاع فمتى وجد معمولا فيه واريد ان يعرف من اى الانواع هو وضع المرى يعنى مرى العضادة على خمس واربعين جزأ من الارتفاع ثم نظر الى ما وافقه مريها الآخر من اجزاء الظل فان كان اثنا عشر فهو اصابع وان كان امأسبعة واما ستة ونصفا فهو اقدام وان كان ستين فهو اجزاء قلما يعمل فيه غير الاصابع وربما وجدت الاقدام السباعية فيه فى الندرة ثم الاستواء والانعكاس فى ذلك النوع يعلم بالمبدأ فان كان ابتداء الظل ونظام ارقامه من اسفل اخذ نحو خط الافق فالظل مستو وان كان ابتداؤه من عند خط الافق الى اسفل فهو معكوس وذلك ان الخمسة والاربعين هى منتصف ربع الارتفاع والقطر المار على وسط العضادة بنصف الزاوية القائمة حينئذ عند المركز ولتساوى حين الارتفاع وتمامه يتساوى الظل والمقياس فيكون مالوا فيه (١) مرى العضادة من اجزائه هو مقدار المقياس •

ولعمله فلنتكن لدائرة ظهر الصفيحة المسماة فيه اما دائرة – ا ب

---

(١) كذا فى الاصل •

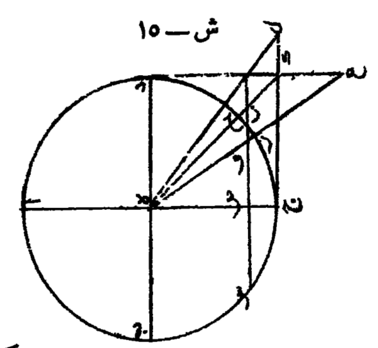
ج د ـ المربعة بقطرى ـ ا ج ـ ب د ـ و ـ ب ا ـ منها ربع الارتفاع فموضع الظل منها ربع ـ ج د ـ المقابل لربع ليمكن بالعضادة المسلوكة فى قطب ـ ه ـ معرفة احدهما من الآخر ويخرج ـ ج ل ـ مماسا للدائرة على ـ ج ـ وليكن ـ ح ـ منتصف ربع ـ ج د ـ وتنصيف القوس بالطريق الصناعى سهل •

وذلك بان ندير على احدى نهايتى القوس الموضوعة قوسا ببعد نصف قطر الدائرة اواى بعد كان ممازاد عليه فان ما نقص منه محتاج الى استثناء يوجبه التحديد ثم ندير ايضا على نهايتها الاخرى بذلك البعد قوسا فى جهة القوس الاولى حتى يقاطعها ثم نصل بين تقاطعهما والمركز بخط مستقيم نخرجه على استقامته فبالضرورة تنصف تلك القوس المفروضة ونخرج ـ ه ح ك ـ ونقسم ـ ج ك باقسام المقياس اثنا عشر للاصابع وستة ونصف اوثلثان اوسبعة كاملة لاقدام كما تقدم وستين للاجزاء وليكن ـ ج ى قسما منها اواقساما ونصل ـ ه ى ـ فيكون ـ ج ز ـ ذلك القسم اوالاقسام من الظل فى الاسطرلاب ونخرج ـ ج ك ـ على استقامته ونجزى فى قسمه ماوراء ـ ك ـ منه على قسمة ـ ج ك ـ اعنى باقسام كل واحد منها مساويا للقسم الواحد من اقسام ـ ك ج ـ حتى نكون جملة ـ ج ك ل ـ منقسما بالتساوى على مقدار واحد •

وان اردنا الظل معكوسا على انه من النوادر التى لم نشاهده

معمولا فيه اجزنا الخط المماس على ـ د ـ دون ـ ج ـ كخط دك ع ـ وامتثلنا فيه ما عملناه على خط ـ ج ك ل ـ حتى انتقلت اقسامه الى قوس ـ ج د ـ فاذا انتقلت اقسام ـ دك ع ـ ايضا الى قوس ـ د ج ـ صارت اقسام ـ د م ـ م ك ـ ك ع ـ فى الاسطرلاب هى ـ د ط ـ ط ح ـ ح ز ـ واذا وصلنا بين المركز وبين اقسام هذين الخطين فيجب ان يكون بخط غير مؤثر اذ لا نحتاج منه الى غير موضع وصوله الى ربع ـ ج ح د ـ ثم التأثير فيه هو المطلوب •

والصناع ينصفون ايضا ربع ـ ا د ـ على ـ ز ـ ويصلون س ص ح ـ ويخرجونه على استقامة ثم يقسمون ـ ه ص ـ باقسام المقياس و ـ ص و ـ بمقاديرها ويصلون بين المركزين الاقسام فما داموا فى ـ ص ح ـ اخرجوا الخطوط على استقاماتها حتى تصل الى قوس ـ د ح ـ وذلك بوضع حروف المساطر على النقط واذا وقعوا فى قوس ـ ح د ـ قسمها تلك الخطوط انفسها على المار المطلوبة، ولا يزال يزيدون فى ـ ح و ـ الى ان تتضايق اقسام الظل فى القوس عند الاقتراب من ـ ج ـ ويعجزون عن ضبط آحادها عن التشوش بل خمساتها وعشراتها •



ويعسر عليهم اثبات ارقامها واعدادها لتركب خطوطها وذهابها موضع الكتبة عما بينهما فحينئذ يتركونها فان عملت الاظلال فى ربع — ج د — وقع هذا التضايق بالتقارب من نقطة — ج — خلاف وقوعه فى المستوية بالقرب من نقطة — د وبهما كان الظل مرسوما على قوس الربع لم يحتج من العضادة إلا الى كلا مريها فسواء كانت تامة على الرسم القديم او ان كانت منصفة محرفة مسيفة كالرسم الحديث .

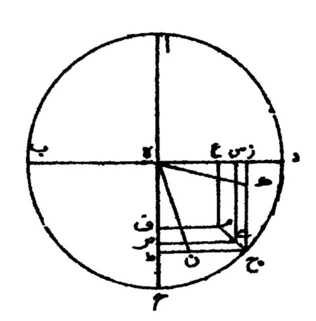
الرابع عشر

فى اثبات ظل السلم فى الاسطرلاب

لما كان حال الاظلال فيما جاوزمنها مقدار المقياس ماذكرناه من تضايق اقسامه بحيث تؤدى الى تركب الخطوط الصناعية وامتناع ايرادها بالفعل وكتبة الاعداد معها بالحروف تلطف له من تلطف من افاضل اهل الصناعة المحدثين .

وقد قيل فى بعض الكتب انه الخوارزمى واحتال لازالة تلك الآفة بقليل حساب مزجه حتى جمع الظل كله فى الاسطرلاب وسماه ظل السلم •

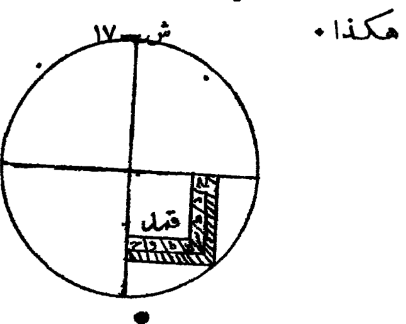
ولصنعته فليكن ـ ا ب ج د ـ ظهر ام الاسطرلاب ونخرج من منتصف ربع ـ ح د ـ وهو ـ ح ـ عمود ـ ح ط ـ على قطر ـ اه ج ـ وعمود ـ ح ز ـ على قطر ـ اه د ـ فيحصل مربع ه ط ج ز ـ قائم الزوايا متساوى الاضلاع ونأخذ مقدارى ـ زس ط ص ـ بالمقدار المستحسن لاقسام الظل و ـ س ع ـ ص ف بالمستحسن لاعداد حملها بحيث تسع الحروف المقدرة لها ونخرج س ى ـ ع م ـ موازين ـ لزح ـ يلقيا ـ ص ى ـ ف م ـ الموازيين لح ط ـ على نقطتى ـ ى م ـ ونصل ـ م ى ح ـ ثم نقسم كل واحد من ـ زح ـ ط ح ـ باقسام المقياس اعنى اصابع او اقداما ونصل بين كل قسم وبين ـ ه ـ بخطوط تؤثر منها ما بين خطى الاقسام كخطى ه ك ـ ه ن ـ بقسمى ـ زك ـ ط ن •   ش ـ ١٦



ولا

ولا يؤثر منهما ما بين خطى اعداد الجمل الامار بينهما على نهايات الجمل المقدرة اصبعين اصبعين او ثلاث ثلاث او اربع اربع فاذا انقسم كذلك كتبنا الاعداد مبتدئة من عند ـ ع ومن عند ـ ف ـ حتى يلتقى غاياتهما عند ـ م ـ و كتبنا فيما بين نقطتى ـ م ه ـ على سمت القطر عدد مربع المقياس بالجمل ان كانت اصابع فمائة واربعة واربعين وان كانت اقداما سباعية فتسعة واربعين وان كانت اقداما منكسرة فاربعين وربع واحد •

و بسبب الكسر ان وضع مجنسا جازه وذلك مائة واحد وستون ربعا و تصير صورة هذا الظل على الاسطرلاب مفروغا منه هكذا •



وابو القسم الحسن بن محمد الاحول اذا عمل مربع ـ زه ط ه عد ـ من اجزاء ربع ـ د ج ـ سدسها ـ اعنى خمسة عشر من عند كل واحدة من نقطتى ـ ج د ـ واخرج من المنتهى خطين موازيين لخطى ـ ح ط ـ ح ز ـ المحصل له بذلك مربع ـ ع م ف ه •

وليس هذا التقدير بضروري وانما هو موكول الى استحسان الصانع وبقدر عظم الصفيحة وصغرها فلا يظن به الواقف عليه انه لا يجوز غيره ثم ما سمعت فى سبب هذا الاسم ونسبة هذا الظل الى السلم شيئا ولم يخطر بالبال فيه الا شبيهة بمسئلة السلم المدونة فى حسابات المطارحة وفروع الجبر و المقابلة وهى اذن سلم معلوم مسند الى حائط ومابين اساسه وبين اصل السلم او بين مراسه معلوم ثم جر اصل السلم على الارض مسافة معلومة واريد كمية ما انجر رأسه على الحائط وسواء كان الجرار الاسفل للتباعد عن الجدار حتى ينحط الرأس اوكان الجرارة للاقتراب من الجدار حتى يرتفع الرأس •

والذى بينهما من المشابهة انه اذا كان حائط ــ ه ط ــ على الارض ــ ه ح ج ــ وكانت الشمس مثلا على نقطة ــ ا ــ فان ظل ط ه ــ على الارض يكون ــ ط ج ــ •

فان اعترض فيما بين ــ ه ج ــ حايط ــ ح ز ــ وقعت حاشية الظل على ــ ب ــ منه فان زادت الشمس ارتفاعا حتى صارت على ــ د ــ صارت حاشية الظل على ــ ك ــ كأنه رأس سلم انجر من ــ ب ــ الى ــ ك ــ وان نقص ارتفاعها حتى صارت على م ــ انجر طرف الظل من ــ ب ــ الى ــ س ــ •

ومن اراد تقدير ظل ــ ح ب ــ لم يستغن فيه فى اكثر

الاحوال

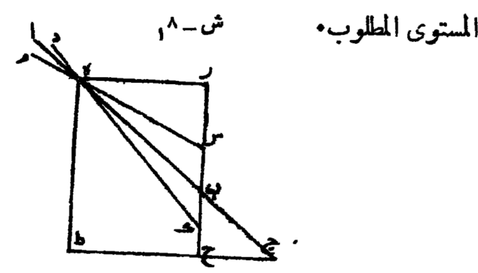
الاحوال عن سلم وخاصة عند تفاوت الجدارين وعلوهما ومتى كان ظل ـ ب ح ـ معلوما صار به ظل ـ ط ج ـ ايضا معلوما لأن نسبة ه ط ـ الى ـ ط ج ـ كنسبة ـ ب ز ـ الى ـ ز ه ـ واذا ضرب سمك الجدار المظلل اعنى ـ ه ط ـ فى ـ ه ز ـ المساوى لما بين الجدارين على الارض وتقسم المبلغ على ـ ب ز ـ فضل ما بين ظل ـ ب ح ـ وبين جدار ـ ه ط ـ خرج ظل ـ ط ح ـ الذى للجدار عند زوال الحاجز ولماجعل فى الاسطرلاب ـ ه ط ح ز ـ مربعا فاب ـ فى الحساب مضروب ـ ه ط ـ فى مثله عن ضرب ـ ه ط فى ـ ه ز ٠

ومن عمل هذا الظل فى الاسطرلاب فهو كالمضطر الى تنصيف العضادة ليقوم حرفها المار على المركز مقام القطر وليس زوال وسط الهد فين عن القطر بقادح فى العمل شيئا فان زوالهما لا يخرج الشعاع النافذ فى ثقبتيهما عن موازاة القطر وشعاعات الشمس توجد فى البقعة الواحدة متوازية فى الحس وذلك لبعدها عن الارض وافراط علوها ٠

فاما كيفية استعمال هذا الظل ومعرفته من ارتفاع الشمس فهى ان يتأمل حرف العضادة المار على مركز الاسطرلاب عند أخذنا الارتفاع للشمس فان رفع على اقسام ـ ط ح ـ من المربع والظل المطلوب هو المستوى كان عدد ما قطع من عند ـ ط ـ هو هو وان

وقع على اقسام ـ ز ح ـ قسمنا على ما قطع منهامن عند ـ ز ـ مضروب المقياس فى مثله وهو الاصل الموضع فى وسط المربع فيخرج الظل المستوى المطلوب•

ش ـ ٨١



فان كان مطلوبنا الظل المعكوس دون المستوى ووقع حرف العضادة على اقسام ـ ز ح ـ فيما بين ـ ز ـ وبين الحرف هوهووان وقع على اقسام ـ ح ط ـ قسمنامربع المقياس على مابين ممره منهاوبين ط ـ فيخرج الظل المعكوس•

وذلك انا قدبينا ان المقياس وسط فى النسبة بين ظليه المستوى والمعكوس للوقت الواحد فنسبة ـ ك ز ـ الى ـ ط ع ـ كنسبة ك ز ـ الى ـ ز ه ـ مثناة بالتكرير ومربع ـ ز ه ـ مسا ولضرب ك ز ـ فى ـ ط ع ـ فلذلك اذا قسمنا مربع المقياس على احد الظلين خرج الآخر•

ولتزيده وضوحا نخرج ـ ه ك ـ ط ح ـ على استقا متهماحتى يلتقيا على ـ ع ـ فيتشا بهمثلثا ـ ك ز ه ـ ه ط ع ـ وتكون نسبة

ك ز

ك ز ـ الموجود الى ـ ز ه ـ المساوى للمقياس كنسبة ـ ه ط المقياس الى ـ ط ع ـ الظل المستوى المطلوب وفى المعكوس نخرج ه ن ـ زح ـ على استقامتهما حتى يلتقيا على ـ م ـ ولتشابه مثلثى ط ه ز ـ زم ه ـ نسبة ـ ط ن ـ الموجود الى ـ ط ه ـ المساوى للمقياس كنسبة ـ ه ز ـ المقياس الى ـ زم ـ الظل المعكوس المطلوب •

ومعرفة عكس ذلك سهل اذا كان المعطى هو الظل فطلب الارتفاع له وذلك بان ننظر فان كان الظل ليس باعظم من المقياس وكان مستويا عددنا مثل اقسامه من عند نقطة ـ ط ـ نحو ـ ح وان كان معكوسا فمن عند ـ ز ـ نحو ـ ح ـ وان كان الظل اعظم من المقياس قسمنا مربع المقياس على الظل المعطى فما خرج عددناه اما اذا كان الظل المستوى فمن ـ ز ـ نحو ـ ح ـ واما اذا كان معكوسا فمن ـ ط ـ نحو ـ ح ـ ثم وضعنا حرف العضادة فى جميعها على المنتهى فيوافق المرى الاعلى من العضادة ارتفاع ذلك الظل • وكنت طالعت لابى سعيد احمد بن محمد بن عبد الجليل فى كتابه فى العمل بالاسطرلاب كلامافى ظل السلم نخرج لحكايته ـ ك س ـ موازيا ـ لح ط •

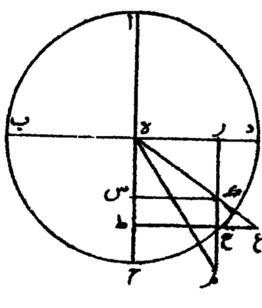
وقد قال اذا كان الارتفاع اقل من خمسة واربعين جزأ وقعت العضادة من ـ ز ح ـ على ـ ك ـ مثلا فيكون الظل ـ ك س على ان المقياس ـ ه س ـ ولكن ـ ك س ـ اثنا عشر مثل ـ ح ط

ومقياس ـ ه س ـ جزء منه وليس هـذا مقصودنا وانما نحتاج الى عكس ذلك •

وهو ان يكون ـ ه س ـ اثنا عشر ونسبة ـ ه س ـ المعلوم الى ـ ك س ـ المعلوم كنسبة الاثنا عشر التى تنوب عن ـ ه س الى العدد النايب عن ـ ك س ـ و ـ ه س ـ مساو ـ لز ك ـ و ـ ك س ـ مساو ـ لح ط ـ والثالث النايب عن ـ ه س ـ اثناعشر والرابع ـ س ك ـ مجهول فيضرب الثانى فى الثالث وهو اثنا عشر فى اثنا عشر فيكون مائة واربعة واربعين وتقسم ذلك على الاول وهو ـ زك ـ فيخرج الرابع ـ س ك ـ وذلك قريب •

والذى ذكرناه فيه اتقن وانور بكثير ويمكن ان ينتقل اقسام ضلعى المربع بالمسطرة التى تثنى ـ د ح ـ ج ح ـ حتى يخلو موضع المربع ويستغنى عن تسيف العضادة •

ش ـ ١٩



الخامس عشر

فى الاظلال المقيسة على السطوح المائلة أوعلى غيرها

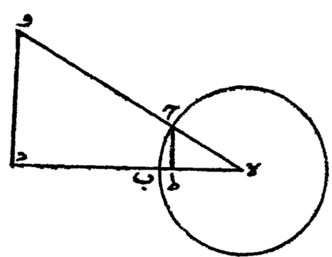
قدقد منافى ذكر الظل والارتفاع وظل احدهماواستخراج احدهما من الآخر بالحساب وبالجداول ما فيه كفاية وبقياس الظل ينضبط الوقت ويصير معلوما وذلك لان الانسان ربما لايتمكن فى الحال من آلات الارتفاع والساعات ويخاف فوات ذلك الآن المطلوب من الزمان ثم سهل عليه قياس الظل فقام مقام قياس الارتفاع لتأديته اليه ٠

فلنذكره الآن صناعيا ولحبش للحساب فى زيجيه طريق كذلك فى معرفة الارتفاع من الظل وهو انه قياس ظل الشخص فكان ـ د ه ـ ونقطة ـ ه ـ طرفه و ـ د ـ اصل الشخص واقام عمود ـ د و ـ على ـ د ه ـ مساويا للمقياس ووصل ـ ه و ـ ثم ادار على مركز ـ ه ـ وباى بعد شئنا دائرة قطع منها خطا ـ ه د ـ ه و بين ـ ب ج ـ فكانت ارتفاع الشمس لذلك الظل وصحة ذلك ظاهر مما تقدم ٠

فانا اذا انزلنا عمود ـ ج ط ـ على ـ ه ب ـ كانت نسبة و د ـ المقياس الى ـ و ه ـ قطر الظل كنسبة ـ ج ط ـ الى ـ ج ه و ـ ه ج ـ الجيب كله فى الدائرة المخطوطة ـ فج ط ـ على ما تقدم من صحة هذه النسبة جيب الارتفاع فقوس ـ ج ب ـ ارتفاع

ظل ـ ه د ـ •

ش ـــ ٢٠

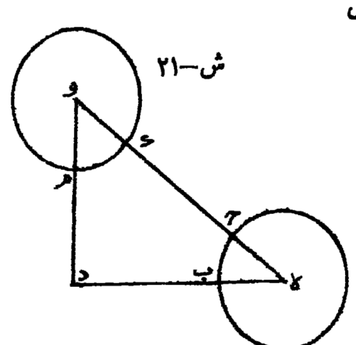


وهـذا يحتاج الى فضل بسط اما من جهة الأوضاع فلان نقطة ـ ب ـ من دائرة الارتفاع ممكن ان تقع فيما بين نقطتى ـ ه د وان تقع خارجة على استقامة ـ ه د ـ وان تقع على نقطة ـ د ـ نفسها وذلك ظاهر والامر فى جميعه واحد •

واما من جهة جنس الاظلال فان ـ ه د ـ اذا كان معكوسا واردنا قوسه اعنى ارتفاع الشمس له امثلنا ما ذكره حبش حتى يحصل مثلث ـ و د ه ـ ثم ادرنا على مركز ـ و ـ وباى بعـد شئنا دائرة ولتكن ـ ك م ـ فتكون قوس ـ ك م ـ منها هى ارتفاع ظل ـ ه د ـ المعكوس لان زاوية ـ وه د ـ بمقدار الارتفاع فزاوية ه و د ـ بمقدار تمام الارتفاع والظل المستوى لتمام الارتفاع هو المعكوس للارتفاع نفسه فظل ـ ه د ـ ان كان مستويا لارتفاع ج ب ـ فهو معكوس لارتفاع ـ ك م ـ •

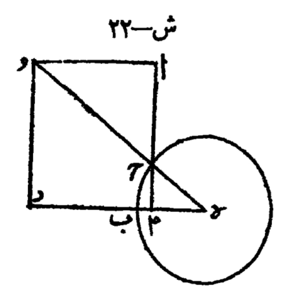
ش ـــ ٢١

ش—٢١



ويجوز ان يعرف الارتفاع قياسا ويوجد طرف الظل وهو ـ ه
ووضعه وهو خط ـ ه د ـ ثم اريد مقدار الظل بمقياس معلوم المقدار
فاذا فرض كذلك ادرنا على مركز ـ ه ـ وباى بعد شئنا دائرة
ج ب ـ وفصلنا قوس ـ ب ج ـ من عند ـ ب ـ مساوية للارتفاع
واخرجنا ـ ه ج ـ وانزلنا عمود ـ ج ط ـ على ـ ه د ـ واخرجناه
على الاستقامة الى ـ ا ـ حتى يصير ـ ط ا ـ مساويا للمقياس ثم
اخرجنا ـ ا و ـ موازيا ـ له د ـ و ـ و د ـ موازيا ـ لا ط ـ فيكون
ه د ـ الظل لمقياس ـ و د ـ اذا كان الاتفاع ـ ج ب •

ش—٢٢



وهذا ظاهر جدا مما قد تقدمت الاشارة اليه ويمكن ان تقترن الحاجة الى معرفة الوقت باستعجال لا يمهل لتسوية آلة والمقياس منصوب على سطح مائل عن سطح الأفق نصبة موازية لانتصاب القامات فنعلم فى ذلك السطح على رأس الظل علامة ليستحفظ المطلوب بالعلامة ثم نصحح بعده •

وهذا مما ذكر يعقوب بن طارق حسابه فى كتابه فى العلل•

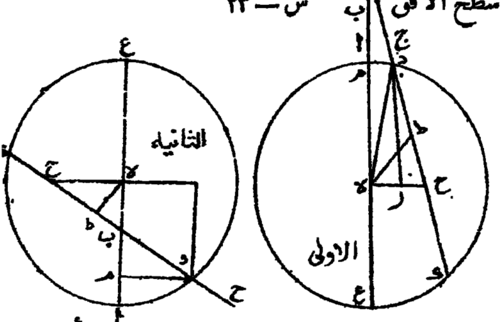
مثال ذلك ان كان سطح الافق ـ ب ج ـ والمقياس ـ اب عمود عليه والسطح الموجود فيه الظل المقيس وهو ـ ب ه ـ وطرف الظل المضبوط هو ـ ه ـ •

واما فى الصورة الأولى فان الظل يحيط مع المقياس بزاوية اب ه ـ الحادة، واما فى الصورة الثانية فيحيط معه بهاوهى منفرجة فاذا سوى السطح بعد ذلك حتى ـ ه ط ـ بعد رأس الظل عن سطح الافق امكن منه معرفة الظل المطلوب اعنى ـ ب ج ـ وذلك ان ـ ا ح ـ يكون معلوما فانه فى الصورة الاولى فضل ما بين المقياس وبين بعد رأس الظل عن سطح الأفق اعنى ـ ب ج ـ وذلك ان ـ ا ح ـ يكون معلوما فانه مكرر فى الصورة الاولى فضل مابين المقياس الى (١) وفى الثانية هو مجموعهما و ـ ه ح ـ المساوى لط ب ـ الظل الأوسط كما فى الصورة الاولى اوفضل ما بينه وبين الظل الأوسط فى الصورة الثانية هو الظل المطلوب اعنى ـ ب ج

(١) كذا فى الاصل•

فاذن

فاذن متى عرفنا ارتفاع رأس الظل على اصل المقياس فنقصناه منه حصل المحفوظ للقسمة فاذا ضربنا جذر فضل ما بين مضروبي الظل الموجود وارتفاع رأسه او انحطاطه كل واحد في مثله وهو الظل الأوسط في ذلك الارتفاع او الانحطاط وقسمنا المجتمع على المحفوظ خرج التعديل فان كان المحفوظ حاصلا من الفضل زدنا التعديل على الظل الأوسط وان كان حاصلا من المجتمع نقصنا التعديل من الظل الأوسط فيحصل بعد الزيادة أو النقصان ما اردناه من الظل المعدل في سطح الافق ش ــ ٢٣



وايضا فان نسبة ــ ا ح ــ المحفوظ الى ــ ه ح ــ الظل الأوسط كنسبة ــ ا ب ــ المقياس الى الظل المطلوب وهو ــ ب ج ــ فاذا ضربنا الظل الأوسط في المقياس وقسمنا المبلغ على المحفوظ خرج ظل المعدل فان قدر ــ ا ه ــ قطر هذا الظل المائل بخيط اومسطرة ونقص مضروب المحفوظ في مثله من مضروب هذا القطر في مثله بقي مضروب ــ ه ح ــ الظل الأوسط في مثله ونسبة ــ ا ح ــ المحفوظ

الى ـ ح ه ـ الظل الاوسط كنسبة ـ اب ـ المقياس الى ـ ب ج
المطلوب فلذلك اذا ضربنا الظل الأوسط فى المقياس وقسمنا المجتمع
على المحفوظ خرج الظل المعدل ومتى حصل ارتفاع الشمس وقت
قياس ظل شخص ـ اب ـ امكن ان نستخرج ميل الظل المعدل
وذلك الميل هو بمقدار زاوية ـ ه ب د ـ وذلك لان نسبة ـ ه ب ـ الى
ب ج ـ كنسبة جيب زاوية ـ ه ج ب ـ التى بمقدار الارتفاع الى
جيب زاوية ـ ه ب ج ـ فاذا قسنا ظل ـ ه ب ـ وحسبنا من ارتفاعه
ظل ـ ب ج ـ قسنا بينهما فان تساويا كان ـ ه ب ـ فى سطح
الافق وان فضل المحسوب على الموجود كان طرف الظل اعلى من
سطح ـ ه ـ فان قصر المحسوب عن الموجود كان ـ ه ـ اسفل
سطح الافق .

ولمعرفة مقدار ذلك التعالى اوالتسافل نضرب جيب ارتفاع
الشمس حينئذ فى ظله المحسوب وتقسم المبلغ على الظل الموجود
فيخرج ـ ه ط ـ جيب زاوية الميل بالمقدار الذى به ـ ه ب ـ الجيب
كله ونسبة ـ ه ط ـ الى ـ ه ب ـ بمقدار الجيب كنسبة ـ ه ط
الى ـ ه ب ـ بمقدار الظل فاذا ضربنا ما يخرج لنا من جيب زاوية
الميل فى الظل الموجود وقسمنا المجتمع على الجيب كله خرج مقدار
علوطرف الظل الموجود اوسفله عن سطح الافق بالاجزاء التى
جزأبها مقياس ـ اب ـ .

ومما يشبه ذلك ما قصده ابو بكر محمد بن عمر بن الفرخان فى زيجه من معرفة ظل المقياس المنصوب على ظهر كرة معمولة معلومة القطر اذا وقع ذلك الظل على سطحها فى وقت يكون ارتفاع الشمس فيه معلوما وهذه حكاية ذلك •

اعرف قطر الكرة من اصابع المقياس ثم زد المقياس على قطر الكرة واضرب المبلغ فى جيب الارتفاع واقسم ما اجتمع على الجيب كله فيخرج المحفوظ، ثم اضرب ايضا مجموع قطر الكرة والمقياس فى جيب تمام الارتفاع واقسم المجتمع على الجيب كله فما خرج فاضربه فى مثله وألق المبلغ من مربع نصف قطر الكرة وانقص جذر ما بقى من المحفوظ واضرب الباقى فى جيب تمام الارتفاع واقسم ما اجتمع على نصف قطر الكرة واجعل ما خرج قوسا مستويا الوصول الى (١) فيكون الظل على ظهر الكرة باجزاء منطقتها الثلاثمائة والستين فان اردته بالاصابع فاضرب قطر الكرة فى ثلاث وسبع وما بلغ فى اجزاء قوس الظل واقسم المجتمع من ذلك على ثلاثمائة وستين فتخرج اصابع الظل على ظهر الكرة•

وفى هذا الحساب من جهة النساخ تخليط حال بينى وبين البرهان عليه فلنعرض فيه عما لا نعرف ونقبل الى ما نعرف وليكن مقياس ـ ا ب ـ قائما على سطح الكرة اما فى الصورة الاولى فعلى التحديب واما فى الصورة الثانية فعلى التقعير ومركز الكرة ـ ه ـ

---

(١) كذا ولعله سقطت العبارة من هنا .

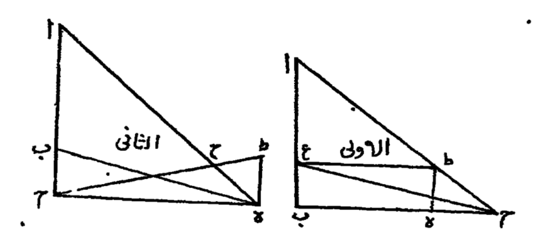
ويخرج ـ ا ج ـ مما سالها على ـ ا ـ وليكن شعاع الشمس المار على رأس المقياس ـ ك ب ح ـ فيكون ظل المقياس على سطح الافق ا ج ـ وعلى السطح المستدير ـ ا ه ـ ونجيز ـ ز ه ح ـ قديما على نصف قطر ـ ا ه ـ وننزل عمود ـ د م ـ على ـ ا م ـ فيكون جيب قوس الظل وعمود ـ د ز ـ على ـ ه ح ـ جيب تمامها ونسبة ه ب ـ مجموع اصابع نصف قطر الكرة مع اصابع المقياس الى ـ ب ح كنسبة جيب الارتفاع الذى تقدره زاوية ـ ا ح ب ـ الى الجيب كله اعنى زاوية ـ ب ه ح ـ القائمة ـ فب ح ـ معلوم ونسبة جيبه الى ـ ه ح ـ كنسبة الجيب كله الى جيب تمام الارتفاع الذى تقدره زاوية ـ ه ب ح ـ فه ح ـ معلوم ومثلث ب ه ح ـ لذلك معلوم الاضلاع فننزل فى مثلث ـ ب ه ح ـ القائم الزاوية عمود ـ ه ط ـ على قطره فيكون مربع ـ ه ح ـ مساويا لضرب ـ ب ح ـ فى ـ ح ط ـ فح ط ـ اذن معلوم وعمود ه ط ـ به معلوم و نصف قطر ـ ه د ـ يقوى عليه وعلى ـ ط د فط د ـ ايضا معلوم فكل ـ ح د ـ يكون معلوما ونسبة ـ ح د الى د ز ـ كنسبة ـ ح ب ـ الى ـ ن ه ـ فد ز ـ معلوم وهو جيب تمام اجزاء الظل من الكرة ٠

وتجريد حسابه ان نجمع اصابع نصف قطر الكرة الى المقياس فيكون المحفوظ الاول ونضربه فى الجيب كله ونقسم ما

اجتمع على جيب الارتفاع فيخرج المحفوظ الثاني فنضربه في جيب تمام الارتفاع وتقسم ما بلغ على الجيب كله فيخرج المحفوظ الثالث ونضربه في مثله وتقسم المجتمع على المحفوظ الثاني فيخرج المحفوظ الرابع فنضربه في مثله والمحفوظ الثالث في مثله وتأخذ الفضل ما بين المبلغين وتلقيه من مضروب نصف قطر الكرة في مثله ونزيد جذر ما يبقى على المحفوظ الرابع وتضرب الجملة في المحفوظ الأول وتقسمه على المحفوظ الثاني ونحول ما يخرج بان نضربه في الجيب كله وتقسم ما اجتمع على نصف قطر الكرة في ثلاثمائة وسبع وتقسم ما بلغ على ثلاثمائة وستين فتخرج اصابع الظل على ظهر الكرة أو بطنها •

وايضا فلان ضرب مجموع ـ ه ط ـ مع نصف القطر في فضل ما بينهما يساوي ضرب ـ د ط ـ في ـ ط ك ـ فان ـ ك د يكون معلوما وضرب ـ ك ب ـ في ـ ب ج ـ معلوم لانه يساوي ضرب ـ ع ب ـ في ـ ب ا ـ لان ضرب ـ ك ب ـ في ـ ب د مع مربع ـ ظ ج ـ مساو لمربع ـ ط ب ـ وضرب ـ ك د ـ في د ب ـ مع مربع ـ د ب ـ يساوي ضرب ـ ك ب ـ في ـ ن د فاذا أضفنا الى ضرب ـ ك ب ـ في ـ ب د ـ مربع ـ ط د ـ حصل مربع ـ ط ب ـ وفضل ماين ضلعه وبين ـ ط د ـ هو ـ د ب ونسبته الى ـ د م ـ كنسبة ـ ب ح ـ الى ـ ح ه ـ فدم ـ جيب

قوس ــ ا د ــ معلوم وحسابه بعد حصول ما بين المبلغين المتقدم ان
نأخذ جذره ونزيده على نصف قطر الكرة فى مكان وننقصه منه
فى مكان ثان ونضرب احدهما فى المكانين فى الآخر ثم فى اربعة نحفظ
جذر المجتمع ونضرب مجموع قطر الكرة والمقياس فى قطر الكرة
والجذر المحفوظ فى مثله ونأخذ جذر مجموعهما ونلقى منه الجذر
المحفوظ ونضرب الباقى فى المحفوظ الثالث ونقسم المجتمع على
المحفوظ الثانى فيخرج جيب اجزاء قوس الظل ونحولها الى
الاصابع كما تقدم • ش ـــ ٢٤



السادس عشر

فى معرفة ظل نصف النهار فى كل يوم مفروض

اذا كان اليوم مفروضا فلابد من ان يكون موضع الشمس
لنصف نهاره معلوما ثم يتوسط فيمابين ميلها وبين المطلوب معرفة

ارتفاع

ارتفاع نصف النهار فالميل الجنوبى غير متفق بالشرائط وانما الفضل بينه وبين تمام عرض البلد الذى يساوى ارتفاع نصف نهار رأسى الحمل والميزان فيه هو ارتفاع الشمس نصف النهار فى ذلك اليوم من جهة الجنوب •

وأما الميل الشمالى فلانه مقيس الى عرض البلد ينقسم الى ثلاثة اقسام احدها القاصر عن عرض البلد ويكون مجموعه الى تمام عرض البلد هو ارتفاع نصف النهار من جهة الجنوب •

والثانى الفاضل على عرض البلد، واذا التى مجموعه مع تمام عرض البلد من مائة وثمانين بقى ارتفاع الشمس نصف النهار من جهة الشمال والثالث المساوى لعرض البلد وارتفاعُ نصف النهار معه يكون تسعين درجة سواء كان غير منسوب الى شمال اوجنوب وارتفاع نصف النهار عند عدم الميل يكون تمام عرض البلد نفسه، وقد انفردله باب •

فاما القسم الأول من أقسام الميل الشمالى فانه يعم المعمورة واما القسم الثانى منه فانه يخص البلاد المساة ذوات الظلين لان رأس الظل يكون نحو خلاف جهة الارتفاع فاذا امكن فى الموضع الواحد ان يكون ارتفاع نصف النهار مرة من جهة الجنوب ومرة من جهة الشمال كان رأس ظل نصف النهار وقتا نحو الشمال وآخر نحو الجنوب •

واما القسم الثالث فيتوسط فى البلاد ذوات الظلين فيما بين هذين الوقتين المذكورين ويكون ايضا ميدأ لبلاد ذوات الظل الواحد فى الموضع الذى يساوى عرضه الميل الأعظم فان ظله يبطل فى السنة وقتا واحدا وهو الانقلاب الصيفى ثم يكون رأس الظل فى سائر اوقاتها نحو الشمال وخط الاستواء من جملة ذوات الظلين وارتفاع نصف النهار فيه هو ابدا تمام ميل الشمس ومتى كان الارتفاع معلوما كان الطالع ايضا معلوما مما تقدم •

وهو القانون الصحيح الذى عاضده البرهان ومن يجاوزه فقد يتكيت التحقيق الى التساهل والتقريب كالهند فانهم يستخرجوه باعمال ركيكة جدا •

والذى سمعته منهم هو أن يوجد العدد المفروض لذلك فى كل عرض ويختلف باختلافها ويسمونه استوكى وهو لأرض السند وعرضها أقل من ثلاثين جزأ ستة وثلاثون ولارض لوهاور (١) وعرضها حول اثنين وثلاثين جزاء ثمانية وثلاثون وكأنه دقائق النهار الأطول وربما كان ازيد عليه بدقيقة واحدة وتنقص منه دقائق النهار المفروض ونضرب الثانى فى دقائق ليل هذا النهار ونقسم المبلغ على دقائق هذا النهار فتخرج اصابع ظل نصف النهار •

وذكر ابو سعيد السجزى انه شاهد بعض الهنود يضرب ستة فى ستة فيخرج الاصل للسند وهو النهار الاطول ثم يضرب

---

(١) كذا •

ففضل

ففضل مابين نهار الأطول و بين النهار المفروض من الدقائق فى خمسة ويقسم المبلغ على اربعة ويزعم ان الخارج هو ظل نصف النهار وهذا مما يعمل عليه جمهورهم •

فاما الخواص فى زيجاتهم فانهم ينحون الصواب كما ذكرنا ويعسر استخراج الدواعى الى ما ليس بصحيح لان ما انحرف عن سواء السبيل فغير مضبوط الا اتفاقا ويوجد مثل هذه التقريبات متفرقة •

فمن ذلك انه قيل فيه بضعف ميل الشمس فان كان الميل جنوبيا قسم ضعفه على خمسة عشر وزيد ماخرج على سبعة وخمسين فيكون الحاصل من ذلك بعد الزيادة أو النقصان ظل نصف النهار وشبيه به ما فى زيج ابى عاصم عصام مولى خلد بن برمك منه وهو انه •

قال خذ لكل جزء من الميل الشمالى ثلاث عشر دقيقة وثلثى دقيقة فانقص ذلك من ظل الحمل فى بلدك فيبقى ظل نصف النهار يومئذ وجدد لكل واحد جزأ من الميل الجنوبى خمس وعشرين دقيقة وزد ذلك على ظل الحمل فى بلدك فيجتمع ظل نصف النهار •

واشد منه ظلالا ما قالوا فيه الق ازمان قوس النهار ابدا من مأتين وستة عشر واقسم مابقى على خمسة وربع واحفظ مايخرج ثم اقسم فضل ما بين قوس النهار و بين مائة وثمانين على ثمانية عشر

فاخرج فزده على المحفوظ فيجتمع ظل نصف النهار، وهذه اشياء استقرائية لموضع دون آخر قد جعل جزئيها كليا •

فاما قول بعضهم أقسم على جيب ارتفاع نصف النهار تسع مائة وخمسة وسبعين فاضرب ما خرج فى مثله وانقص منه اثنين واربعين وربما وخذ جذر الباقى فيكون اقدام ظل نصف النهار فليس من هذا الفن انما هوذ وقانون صحيح •

وذلك انه قد تبين ان نسبة جيب الارتفاع الى الجيب كله كنسبة المقياس الى قطر الظل ومضروب الجيب كله فى المقياس غير متغير عن مقداره فاذا كان الجيب كله مائة وخمسين والمقياس ستة ونصف كان العدد الحاصل من ضرب احدهما فى الآخر هو المفروض للقسمة على حيب الارتفاع وكان الخارج منها قطر الظل التموى على المقياس وعلى الظل المطلوب •

السابع عشر

فى ظل الاعتدال فى كل بلد

ظل الاعتدال هو ظل نصف النهار اذا كانت الشمس فى اول برج الحمل أو أول برج الميزان فهو اذن احد اظلال انصاف النهار مشروطا له عدم الميل واذا كان كذلك كان ظل تمام عرض البلد هو ظل الاستواء •

ولذلك قال النيريزى ويعقوب بن طارق لمعرفته اضرب جيب

عرض

عرض البلد فى المقياس واقسم المبلغ على جيب تمام عرض البلد فيخرج ظل الاستواء •

ويقع فى الفاظ يعقوب اشتباه لانه يسمى الجيب وترا مستقيما كما يقع فى الفاظ البتانى بتسمية الجيوب اوتارا الى ان نصفها بالتنصيف ومن شأن هذا الظل ان يحصل مقداره بالرصد حتى يقوم مقام عرض البلد فان الهند يحدون البلاد به كما نحدها بعروضها •

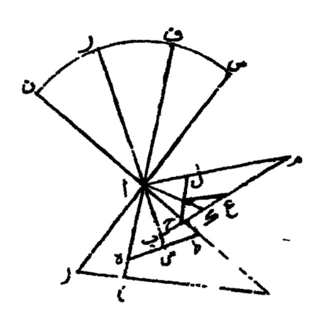
والكندى فى أمره تفصيل وهو أنه قال ان ظل رأس الحمل اقصر من ظل رأس الميزان وليس تتساوى الأظلال فى موضعين من البروج متقابلين غير خمس درجات من كل واحد من برجى السنبلة والحوت ومعنى كلامه مثل ما اشرنا اليه بسبب الاختلاف الواقع فى ابعاد الشمس من الأرض •

فليكن ـ اب ج د ـ فلك نصف النهار على مركز ـ ه الذى للعالم و ـ ه ز ـ الفصل المشترك لسطحه وسطح معدل النهار ونفصل ـ ه ل ـ بعد الشمس الاوسط من الارض ولان الاوج على رأى بطلميوس عنده فى خمس درجات ونصف من الجوزاء فان اول الحمل فيما بين البعد الأوسط وبين الأوج وبعده عن الارض اكثر من البعد الاوسط وليكن ـ ه ك ـ ولمثله يكون اول

الميزان فيما بين البعد الاوسط وبين نظير الاوج وبعده عن الارض اقل من البعد الاوسط وليكن ـ ه م ـ فاما على الموضع الذى يكون به المقياس ـ ه ط ـ فان الظل فى كل واحدة من نقطتى لـ م ـ يكون ـ ط ى ـ غير متغير القدر وهو موجب الوجود والحس •

ولكن الكندى باشاراته الى تغيير الظل فيهما يجعل المقياس ـ ه ح ـ ويجيز من نقطتى ـ لـ م ـ على رأسه شعاعى لـ ح س ـ م ح ع ـ فيختلف الظل عند ذلك فى النقطتين المذكورتين بمقدار ـ س ع ـ الا أن ذلك نتيجة الوهم فى كرة الشمس فان ـ ه ل ـ عند بطلميوس الف ومائة وعشرة اضعاف لنصف قطر الارض وكم ترى ان تكون اضعا فاللمقياس على ان البعدين الأوسطين غير متباعدين جدا عن الاعتدالين خاصة فى زماننا قدر ـ م لـ ـ عند ـ ه ل ـ يسير جدا ولا يستبين فى كرة الشمس لصغر قدر كل واحد من نصف قطر الارض وضعف ما بين مركزى فلكيهما المثل والخارج عند نصف قطرها، وانما تستبين للحس هذه الاحوال فى كرة القمر لحصول قدر صالح لنصف قطر الارض عند نصف قطرها ولعظم الاختلاف بين اقرب قربها وبين ابعد بعدها •

٢٥ ـ ش



واما ما قيل للعالم والمتعلم ان ظل الاستواء كلما زاد عليك اصبعا من ناحية بنات نعش العليا فقد ارتفع مائة وعشرون فرسخا وكلما زاد فى ناحية سهيل السفلى اصبعا فقد انحدر فيها مثل ذلك فما اظنه الا صادرا عن بعض المنانية (١) الذين يعتقدون فى الشمال ارتفاعا وفى الجنوب انحطاطا وفسادا •

الأول من جهة ان المسير فى الأرض على تقويس ولا نسبة فيما بين القسى وبين ما استقام من وتر أو ظل •

وفساد الثانى اذا ازداد فى الشمال بالامعان فيه تقص بالرجوع عنه الأأن يجعل تراجع رأس الظل كسراله نحو الجنوب لـكن لفظة الزيادة معه تـكـذيبا فى التأويل له •

وهذه الزيادة فى الجنوب لايمكن فى المعمورة الا أن نفرض

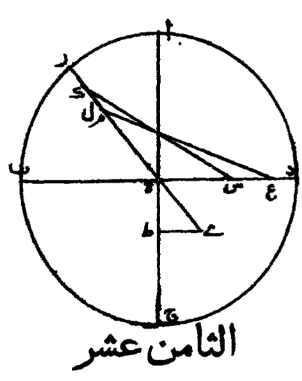
---

(١) كـذا فى الاصل

لها موضعا فى جنوب خط الاستواء فليكن – وزف ص – من فلك نصف النهار و – واى – الفصل المشترك بين سطحه وسطح معدل النهار ومركز العالم – ا – ونفرض – ون – ن ف ف ص – متساوية كل واحدة منها محاذية من الأرض لمائة وعشرين فرسخا ومشابهة لها فاما خط الاستواء فيبطل فيه ظل الاستواء وانما يكون فى المواضع المنحنية عنه فى العرض فنخرج ن ا – على استقامة حتى يصير اب – مساويا للمقياس ونخرج عليه عمود – ب ج – فيكـــون ظل الاستواء فى عرض – و ن – ونخرج – ف ا – على استقامة حتى يصير – اه – مساويا ايضا للمقياس ونخرج عليه عمود – ه د ط – فيكون ظل الاستواء فى عرض – وص ٠

وظاهر ان مثلثات – اب ج – اه د – از ح – متساوية ففصول اظلال – ب ج – ب ك – ب م – لقسى – و ن – و ف – وص المتساوية التفاضل غير متساوية اعنى ان – ج ك – ليس يساوى ك م – لانا اذا أخرجنا عمود – ج س ل – يساوى – ج س – س ل – لتساوى زاويتى – ح اس – س ال – واذا اخرجنا – س ع موازيا – لم ل – كان – م ع – مساويا – لع ج – فك ج – اذن اصغر من – ك م – فتفاوت اظلال الاستواء اصبعا فى كل مائة وعشرين فرسخا باطل بحمدالله ٠

ش — ٢٦



الثامن عشر

فى تصحيح سمت نصف النهار بظلين أو بسمتين متساويين

اما نصف سطح على وجه الارض موازيا للأفق وتسويته وتعديله فامر يختص بصناعة التطيين والتجصيص ولأصحابها آلات بشواقيل وموازين تدل على حصوله ثم وقوف الاكر الملس على اى موضع منها اوبسيلان الماء عنه بالتكافؤ اوتدحرج الزنبق وترجرجه عليه بالسواء اصدق الشواهد فيه على الانجاب والصحة ٠

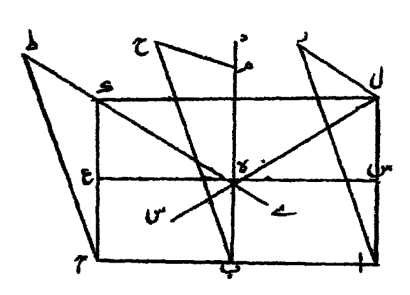
وليكن ـ ا ب ج ـ فى مثله من الفصل المشترك لسطحى فلك نصف النهار والافق فيكون خط نصف النهار ـ و س ه ع من الفصل المشترك بين سطحى معدل النهار والافق فهو من خط اعتدال وليكن ـ ح د ب ـ مثلث النهار الذى فيه ـ ح د ـ جيب

ارتفاع نصف النهار و ـ د ب ـ مجموع جيب تمامه و ـ م ب ـ جيب سعة المشرق و ـ ح ب ـ سهم النهار وليكن ـ ط ك ج ـ مثلث الوقت ونصل ـ ك ه ـ

ونخرجه على استقامة الى ـ ى ـ غير محدود فيكون الظل على ـ ه ى ـ ويبعد سمته من خط الاعتدال بمقدار زاوية ـ س ه ى ومن خط نصف النهار بمقدار زاوية ـ ب ه ى ـ ونجعل زاوية ع ه ص ـ مساوية لزاوية ـ س ه ى ـ ونخرج ـ ص ه ـ على استقامة حتى يلقى ـ ك م ـ على ـ ل و ـ

ونخرج عمود ـ ل ـ على ـ ا ج ـ ونجعل زاوية ـ ال ز ـ مساوية لزاوية ـ ك ح ط ـ و از مساويا ـ لح ط ـ وموازيا له ونصل ـ ز ل فلاشتراك ـ م ه ـ فى مثلثى ـ ك م ه ـ ل م ه ـ المتشابهين يتساوى مثلثا ـ ل س ه ـ ك ع ه ـ المتشابهان ولان كل واحد من ـ ال از ـ مساو لنظيره من ـ جك ـ ح ط ـ وزاويتا ـ ا ـ ج ـ متساويتان فان قاعدتى ـ ك ط ـ ل ز ـ متساويتان ـ والمثلث مساو للمثلث وشبيه بـه قسمتا الظل فى وقتى ط ز ـ متساويان والارتفاع فيهما بمقدار واحد لان ـ زل ـ ك ط ـ جيبه فيهما متساويان والظل مع الارتفاع فى قرن فالظلان ايضا متساويان وبعد الوقتين عن نصف النهار متساويان لان ـ ك م ـ مل ـ جيبها فى المدار متساويين •

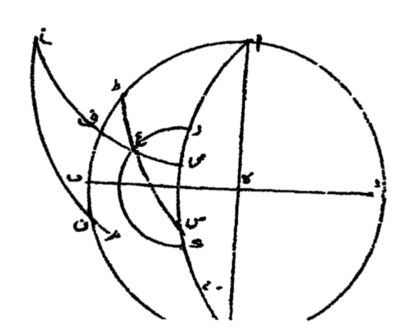
ش — ٢٧



ولذلك يكون الماضى من النهار فى وقت ـ ط ـ مساويا للباقى منه فى وقت ـ ز ـ فمعلوم انا متى حصلنا سمتين فى نصفى النهار متساوى البعد عن منتصفه كان خط الزوال بالضرورة متوسطا بينهما توسط ـ ه ب ـ بين سمتى ـ ه ك ـ ه ل ـ يحصل تنصيف زاوية ـ ك ه ل ـ اواحاط خط الاعتدال معهما بزاويتين متساويتين كزاويتى ـ ك ه ع ـ ل ه س ـ فحصل بافرازنا ـ ه ك ـ ه ل متساويتان ووصلنا ـ ك ل ـ واخرجنا ـ ع س ـ على موازاة ك ل ـ ولان السمت والارتفاع والظل والماضى من النهار والباقى منه مترادفة وبعضها ببعض متعلقة واذا كانت كلها فى جهة واحدة عن نصف النهار من جهتى الشرق والغرب فى مسكن واحد ووقت واحد فهى على مقادير ثابتة وعن الحال الواحدة غير متغيرة وكذلك يكون فى الجهتين المختلفتين نصف النهار اذا كان المدار واحدا او كانا مدارين متحدين بمساواة الميل واتفاق الجهة.

وليكن للمثال ـ اب ج د ـ سطح افق مسكن ما مفروض و ـ اه ب ـ فيه خط نصف النهار و ـ ب ه د ـ خط الاعتدال و ـ اس ب ـ فلك نصف نهار وسمت الرأس عليه ـ س ـ ونخط عليه ويبعد تمام ارتفاع ما مقنطرة ـ ك ع ز ـ وكان الشمس منها على نقطة ـ ع ـ ونجيز عليها من نقطة ـ س ـ دائرة عظيمة هى س ع ط ـ فيكون ـ ع ط ـ ارتفاع الشمس و ـ ط ب ـ بعد سمتها عن الاعتدال وندير على ـ ى ـ قطب معدل النهار ويبعد ـ ى ع تمام ميل الشمس مدار ـ ع ل ـ فيكون ـ ع ل ـ فى المدار ما مضى من النهار ان كانت الجهة شرقا او الباقى من النهار ان كانت غربا و ـ ل ب ـ سعة مشرق الشمس او مغربها فلان كل نقطة فى مقنطرة ك ع د ـ يقتضى ارتفاعا مساويا لارتفاع ـ ع ط ـ فان جميع المدارات التى لها مع هذه المقنطرة بقاطع يتفق لها فيها مثل هذا الارتفاع ولكن على غير نقطة ـ ع ـ ٠

ش ـــ ٢٨



فان

فان المدارات متوازية غيرمتلاقية وسمت ــ ط ب ــ لا يكون في هذه المقنطرة الا لنقطة ــ ع ــ وكذلك دائرة ــ ل ع ــ واما الظل فمعلوم ان مقداره معتبر بمقدار الارتفاع وسمته مقابل لسمته فلئن وجد ظل ارتفاع ــ ع ط ــ في مدارات كثيرة ان سمته لن يكون فيها مقابل نقطة ــ ط ــ من الافق ولاحين يكون الماضي بمقدار ــ ل ع ــ وليكن ــ ص ــ سمت الرأس في مسكن آخر و ــ ح ب م ــ من افقه ونخرج ــ ص غ ح ــ فيكون ارتفاع ع ــ فيه وهو ــ ع ح ــ الفاضل على ــ ع ف ــ و ــ ع ف اعظم من ــ ط ح ــ لان زاوية ــ ع ط ف ــ قائمة ويكون مع الدائرة اصغر من ــ ع ل ــ فارتفاع ــ ع ط ــ لا يكون في مسكن ص ــ الاعلى مقنطرة شبيهة بمقنطرة ــ ك ع ز ــ فتكون الدائرة فيها اصغروهاهنا صحت تتصل (١) بالظل من جهة انضيافه الى الارتفاع لكنه لايعجب في الظل لاعجابه في الارتفاع من جهة ظهور السمت بحصول الظل وحصول جهة المشرق والمغرب مع الارتفاع فقط •

ومتى سئل وقيل هل يمكن في بلد معلوم العرض ان يكون الطالع شيئا واحدا في وقتين متباينين موضع الشمس فيهما مختلف وارتفاعها في جهة واحدة بمقدار واحد، فان المستعمل بالجواب يسرع الى الانكار على وجوب ذلك والعبارة عنه في الظل يكون

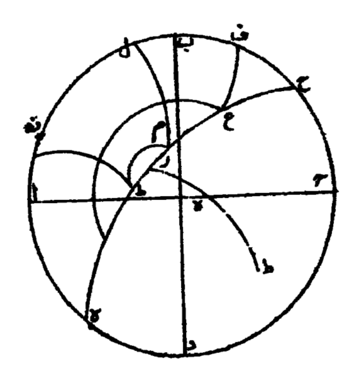
(١) كذا في الاصل .

الطالع واحد الظلين متساويين فى ربع من ارباع الافق ووقتين مختلفين .

ولايضاح ذلك فليكن - ا ب ج د - افق البلد مربعا بخطى الجهات و - ا - المشرق و - ب - الجنوب و - ه ز ح - نصف فلك البروج على قطب - ط - فيكون(١) درجة الطالع ونخرج - ط س دائرة عرض اقليم الرؤية و - س - عليها سمت الرأس ونخط عليه مقنطرة - ك س - يكون على تقاطعه مع منطقة البروج وهما - ك - م من جهة واحدة وهى الشرق فى المثال فيكون ارتفاعه وهما ك ن م ل - الشرقيان متساويان ومعلوم ان الشمس اذا كانت على م - كان ارتفاعها - م ل - القائم على الافق واذا كانت على ك - كان ارتفاعها - ك ن - وهما متساويان لانهما لمقنطرة واحدة والطالع فى كلا الوقتين واحد وهو نقطة - ه - والشمس فيما بين الوقتين قد سارت من فلك البروج قوس - م ز ك - واذا لم تكن المقنطرة مقاطعة للمنطقة فى جانب واحد بل فى الجانبين كمقنطرة ع ى - فان ارتفاع الشمس فى تقاطعيهما وهما - ع ى - يتساويان ويكونان - ع ف - ى ص - والطالع واحد ومابين موضعى الشمس اكثر من الاول .

(١) هنا خرم فى الاصل .

ش — ٢٩



ومتى كانت سعة مشرق الطالع جنوبية كان ارتفاعا ـ س ل
ك ز ـ فى جانب المغرب كما كانا هاهنا شرقيين وعند عدمها يكون
احدهما لا محالة شرقيا والآخر غربيا ولسنا نحتاج من هذه الخواص
الا الى التى تكون فى المسكن الواحد •

فاما الارتفاعان المتساويان فيه فلسنا ننتفع بهما الا بسبب
السمتين المتساويين معهما والظل دليل عليهما •

واما الدائران المتساويان فالانتفاع بهما كالانتفاع بالارتفاعين
المتساويين فقط وليس لتساوى بعدى الوقتين عن جنبتى نصف
النهار دليل الامن تساوى الارتفاعين أو تساوى الحركات فى الزمانين
وتساوى الحركات مما يرجع فيه الى الآلات التى تقدر الأزمنة فيها
بخروج الماء أو الرمل اوسائر الأشياء المتشابهة الاجزاء عنها اودخول

الماء اليها وتساوى الارتفاعين مدرك بالرصد فى الحلق والصفائح اومدلول عليه بالظل الذى يقترن به فان رصدنا الارتفاع بالالآت المهيأة له حتى حصلنا فى كل واحد من الصباح والمساء اخرجنا الخط المتوسط لسمتى الظل فيها فيكون خط نصف النهار وان رصدنا الظلين المتساويين كان ذلك هو العمل المعروف بالدائرة الهندية وانما نسبت اليهم لانها فى زيج الاركند وزيجات الهند وحسابا تهم اول ماوقع الى مملكة الاسلام من امثالها وعملها ان ينصب المقياس عمودا على سطح مستو موزون على موازة الافق كمقياس ـ اب ـ وندير على مركز ـ ا ـ وبأى بعدشئنا دائرة وكلما كانت اوسع واعظم احاطة كان العمل فيها ادق •

ثم نرصد الظل فى النصف الاول من النهار وهو ممتد نحو المغرب اخذ الى التناقص الى ان تدخل الدائرة فيعلم على موضع دخوله من المحيط، فليكن مثلا ـ ج ـ ثم نرصد فى النصف الآخر من النهار وهو يتزايد فيمتد نحو المشرق الى ان نخرج من الدائرة على نقطة د ـ مثلا وقد وجد بذلك ارتفاعان متساويان ونصف النهار بالضرورة بينهما ونوصل ـ ح د ـ بخط مستقيم ثم اما ان ننصف وتر ـ ح د ـ على ـ ه ـ اوقوس ـ ح د ـ على ـ ط ـ اونكملها الى تمام الدائرة على ـ ز ـ ونصل من مركز ـ ا ـ وبين متنصفات ز ه ط ـ اوجميعها بخط ـ ز ط ـ فيكون خط نصف النهار منصفا

زاوية

زاوية ـ ح ا د ـ وبلس اليونانى وبجيانند البانا ريسى (١) يديرعلى كل واحد من ـ ح د ـ وببعد ـ ح د ـ دائرة ونصل رأس السمكة الحادثةمن تقاطع الدائرتين بذنبها فيكون ذلك الخطمن ـ ز ط ٠

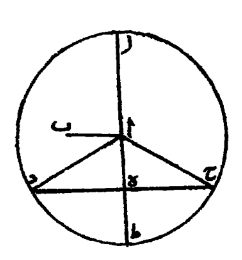
ثم ان شئنا اخرجنا لخط المشرق والمغرب اماعمودا من ـ ا على ـ ز ط ـ واماقطرامن منتصف احد نصفى ـ ز د ط ـ ز ج ط وان شئنا بعد حصول ـ ز ط ـ ح د ـ محونا الباقية وادرنا على مركز ـ ه ـ باى بعد اردنا دائرة فيكون قطرها الذى على استقامة زط ـ خط الزوال والذى على استقامة خط ـ ح د ـ خط الاعتدال فاما المقدار المستصوب للمقياس فى هذا العمل فهو الذى يقصر ظله فى الشتاء عن نصف قطر الدائرة فى جميع المعمورة لئلا يخلف بطوله ويخلف عن لحوق الدائرة ويمر من ناحية المغرب الى ناحية المشرق خارجها٠

وقد حد بطلميوس اجزاء المعمورة فى الشمال بجزيرة (٢) وزعم ان عرضها ثلاثة وستون جزأ فيكون تمام عرضها سبعة وعشرون جزأ وارتفاع رأس الجدى فيها ثلاثة اجزاء وربع وسدس جزء وتكون اصابع ظله ماتى اصبع واصبع وربع اصبع وذلك مثل المقياس ست عشر مرة وثلاثة ارباع مرة ومتى عمل نصف قطر الدائرة اكثر من سبعة عشر ضعفا للمقياس بعد طرف الظل وعشر الامر ٠

---

(١) كذا فى الاصل (٢) هنا خرم فى الاصل ٠

ش — ٣٠



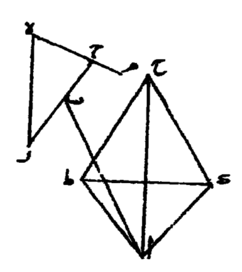
ولكنا نقول ان الأمم الذين نجد فيهم من الا نسانية ما يمكن معه تنبههم لفضيلة مامن اخذ شريعة او اهتزاز لعلم بهمة هم الذين لا يتجاوزمسا كنهم ثمانية واربعون جزأ فى العرض وتمام هذا العرض اثنان واربعون جزأ وارتفاع رأس الجدى فيه ثمانية عشر جزأ وربع وسدس جزء واصابع ظله ست وثلثون اصبعا وثلاث عشر اصابع وذلك قريب من ثلاثة اضعاف المقياس فمعلوم ان المقياس اذا عمل كثمن القطر لم يختلف الظل فى هذا العرض عند المنقلب الشتوى عن ولوج الدائرة ولولا الامة المعروفة بيلغار وهم مسلمون وفى الشمال ممعنون لاقتصرت على عرض خمسة وأربعين ومن المقياس على مساويات سدس القطر •

وابوبكر محمد بن عمر بن الفرخان يحوم فى زيجه حول

سدس القطر مرة ونصف سدس القطر اخرى ومن احاطه بقانونه الذى قد مناه اخذ لكل مسكن مقدارا للمقياس يستمر أمره فيه وقديعمل ماذكره من امر الدائرة الهندية بمأخذ آخر •

وهو ان ننصب عمود اب ــ على سطح مواز للأفق وعلى رأسه مسطرة ــ ح د ــ يستديرالى النواحى كلهاعلى موازة الافق وعلى طرفــ ج ــ منها هدفه ــ ج ه ــ معلق من اصلهاشاقول ــ ح م عاس طرفه المحدد وجه الارض ثم تدار المسطرة فى الصباح حتى تحاذى الهدفة عين الشمس فتظل وسط المسطرة وكأن الظل حينئذ كان ــ ح ز ــ ونعلم علم منتهى شاقول ــ م ــ من الارض وكان ــ ك ــ ثم نديرها مساءا حتى تحاذى بالهدفة ايضا عين الشمس ونرصد ظل الهدفة حتى يبلغ ــ ز ــ فنعلم حينئذ على منتهى شاقول ما من الارض وكانه ــ ط ــ وبوجود نقطتى ــ ك ط قد فصلنا من خطى السمت من عند المركز خطى ــ اط ــ اك متساويين فى وقتين قد تساوى ارتفاع الشمس فيهما فنصل ــ ك ط ونعمل على ــ ك ط ــ مثلثا متساوى الاضلاع وهو ــ ك ط ح ــ ونصل اح ــ فنقسم زاوية ــ ك اط ــ بنصفين لكن نصف النهارفيمابين هذين الوقتين نخطه هو المتوسط ما بين السمتين ــ فاح ــ اذن خط نصف النهار واذا اتفق ان تكون نقط ــ ك اط ــ على خط واحد مستقيم كان العمل وقت الارتفاع الذى لاسمت له •

ش — ٣١



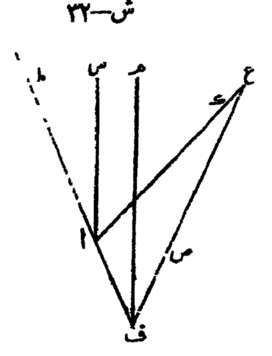
ولقد نعمل ميزانا لعموده الموازى الأفق عرضا يضبط به ظل اللسان ثم نثقل كفتيه بثقلين متعادلين حتى يستوى العمود على موازاة الأفق ونرصد فى وقت مامن اوقات النصف الاول من النهار ظل اللسان حتى يمتد طرفه على وسط العمود ونعلم على نهاية الظل وعلى موضعى تماس ظهر الكفتين وسطح الارض ولهذا ان جعل الكفتان على شكل مخروطى امكن للبصر ادراك النقطتين المذكورتين فاذا ادركنا الوصل بينهما وكأنه حصل بهذا الوصل وضع خط ـ ا ط ـ والعمل مثل ذلك بعد نصف النهار ونرصد حتى يصير طرف ظل اللسان على وسط العمود بمثل المقدار الاول المعلم عليه •

ونعلم ايضا وقتئذ على موضعى مماسة الكفتين الارض ونوصل بين نقطتى التماسين فيحصل به وضع خط ـ ك ا ـ اوموازاته وكأن

نقطتى

تقطى التماس الاخير كانتا ـ ع ـ ص ـ فع ص ـ مواز ـ لك ا ونخرج كل واحـد من ـ ط ا ـ ع ص ـ حتى يلتقيا على ـ ب فيكون ـ ع م ـ المنصف لزاوية ـ ع ف ط ـ خط نصف النهار كما ان ـ اس ـ خط نصف النهار فى المسكن الواحد وفيما لم يتباعد عنه كثير بعد متوازية وان كانت بالحقيقة على وجه الارض دوائر متلاقية على محور الكرة الأولى وكما انها فى الحس خطوط مستقيمة كذلك هى فيه متوازية وكل واحد منها فى المسكن الواحد خط نصف نهار للمقياس المنصوب عليه وذلك ما أردناه •

ش ـ ٣٢



ومتى اتفق اتصال احد خطى ـ ع ص ـ ك ا ـ بخط ـ اد على استقامة كان ذلك الارتفاع الذى وقع معه القياس هو الارتفاع الذى لاسمت له وكل ما ذكرناه لتسهيل العمل فانه مجموع فى مقاصد الدائرة الهندية المتقدمة •

التاسع عشر

فى تصحيح خط نصف النهار

معلوم مما تقدم فى الدائرة الهندية ان عملها مقصور على مقنطرة واحدة لكنه لايختص بمقنطرة بعينها دون اخرى الا بسبب عظم الدائرة المخطوطة وصغرها فان قصدت عظمى المقنطرات التى هى الأفق كان الظل وقت طلوع الشمس ممتدالا الى نهاية فلم نحتج الا الى تقاطعه مع محيط الدائرة فاذا غربت الشمس وامتد الظل كذلك بغير نهاية كان خط نصف النهار فيما بين تقاطع الظلين مع الدائرة لتساوى البعدين عن نصف النهار فى الحس دون التحقيق لان الشمس لاتدور بحركة الكل فى مدار موازلمعدل النهار ولكنها لأجل الحركة الشرقية ترسم خطوطا لولبيا تخالف به سعة مشرقها فى اليوم سعة مغربها فلسنا نذهب فى احد المدار على الموازاة الا الى التقريب والأخذ بموجب الحس •

وأكثر الاختلاف فيما بين نقطتى تقاطع هذا اللولب والمقنطرة يكون عند الأفق وحول وقتى الاعتدالين من اجل عظم التفاضل فى الميل حتى أنه يكون فى النهارالذى بعدر بيعيهما اوقبل الخريفى ارجح من خمس الدرجة وفى النهار الذى قبل ربيعيهما او بعد الخريفى انقص قليلا من خمس الدرجة ، ومعلوم ان المكث فوق الارض يعظم قدر هذا التفاضل لوكان باقيا على مقداره

لكنه اذا تصاغر فى ذاته مع تعاظمه من جهة المكث و تكافؤ الحالين على بعد نحو الشمال معلوم فاذا تجاوز تخلص التصاغر وغلب وازداد الفضل قلة بالدنو من المنقلب الصيفى حتى يصير فى الثوانى دون الدقائق ٠

واما فى النصف الجنوبى فيفاضل الميل والمكث فوق الارض متناقصان معا من لدن الاعتدال الخريفى الى المنقلب الشتوى ومتزايدان معا فى الربع الذى يتلوه على مثله الحال فى المقنطرات لان لكل واحدة منها نصيبا من هذا الاختلاف لكن بعد التقاطع معها عن نصف النهار متى كان اقل كان هذا الاختلاف ازورواخفى وخط نصف النهار المستخرج به اقرب الى حقيقة وضعه وذلك انه ينحرف بحسب زوال هذين التقاطعين عن موازة معدل النهار فيقع طرفه الجنوبى فيما بين الجنوبى والمشرق مادامت الشمس فى النصف الهابط من السرطان الى آخر القوس ويقع فيما بين الجنوب والمغرب اذا كانت فى النصف الصاعد من اول الجدى الى آخر الجوزاء ولا يكاد على نفس الجنوب بالتحقيق الا فى يوم يقع الانقلاب على نصف نهاره ويخفى التساهل فيه عن الشعور به فى الايام القريبة منه حول المنقلبين وذلك لقلة التفاضل المذكور ويظهر فيما سواها اذا عظمت دائرة العمل ٠

وقد كنت ارصد بخوارزم فى تعرف الميل اظلالا فى دائرة

قطرها خمسة عشر ذراعا كانت نتائجها متأدية الى المحال وتحيرت فيها حتى وقفت على السبب وكان زوال خطى الزوال والاعتدال عن وضعهما فاصلحته وصلحت •

وقد أشار بلس فى سدهانده الى هذا المعنى وحصول الماضى من النهار فى كل واحد من وقتى دخول الظل الدائرة وخروجه منها وقوم الشمس فيهما واستخرج ميلها وأمر بضرب فضل مابين الميلين فيما بين الوقتين من دقائق الأيام وقسمة المبلغ على ستين وضرب ماخرج من القسمة فى أصابع نصف قطر الدائرة المخطوطة على الارض وقسمة المجتمع على الجيب كله وزعم ان مايخرج هو اصابع ما بين مخرج الظل من الدائرة بالوجود وبين النقطة المحاذية لنقطة المدخل وهو المخرج الحقيقى ويكون نحو الجنوب اذا كانت الشمس فى النصف الهابط ونحو الشمال اذا كانت فى النصف الصاعد •

وأظن ان فى هذا العمل فساد من جهة المترجم فانه يقتضى ان تكون نسبة هذا الخارج من القسمة الى ما بين الميلين كنسبة مابين الوقتين من دقائق الأيام الى ستين وقد علم أن انحراف الخط الواصل بين مدخل الظل وبين مخرجه عن موازاة خط الاعتدال انما هو بنسبة اختلاف الميل فى وقتيهما فعلى هذا القانون يجب ان يكون هذا الاختلاف فيما بين هذين الوقتين من اختلاف الميل فى كل ذلك اليوم كدقائق مابين الوقتين من ستين فيقتضى ان يستخرج موضع

الشمس

الشمس لوقت المدخل وموضعها بعده بيوم تام وميلا هذين الموضعين ثم نضرب مابين القبلين فيما بين الوقتين وتقسم المبلغ على(١) فيخرج اختلاف الميل المطلوب ولكن تحصيله من ميلى موضعى الشمس لوقتى المدخل والمخرج اسهل واحسن وهو عمل بلس اذا اقتصر فيه على فضل مابين الميلين ولم يضرب فى شىء ولم يقسم على شىء والاقرب منه ان يستخرج سمت الشمس للوقتين ثم يستعمل فضل ما بينهما بدل اختلاف الميل •

واظن ان بلس وقف على الاشتراك الذى بين السمت وبين سعة المشرق وبلاده قليلة العرض يتقارب فيها مقدار الميل وسعة المشرق فتساهل فى اقامة فضل مابين الميلين بدل مابين السمتين •

العشرون

فى استخراج خط نصف النهار بثلاثة اظلال متوالية

من اجل أنه ترجم لنا من قول برهمكويت بن جسن انه اذا قيس فى جانب واحد من جانبي المشرق والمغرب ثلاثة اظلال لشخص واحد وعلم على اطرافها ثم ادير عليها ثلاث دوائر تتقاطع وتحصل سمكتان احداهما من تقاطع الاولى مع الثانية والأخرى من تقاطع الثانية مع الثالثة ووصل الرأس فى كل واحدة منهما مع دنبها واخرج الخطان معا على استقامتهما فى جهة الالتقاء ووصل بين ملتقاهما وبين مغرز المقياس فان هذا الخط الواصل يكون خط نصف النهار •

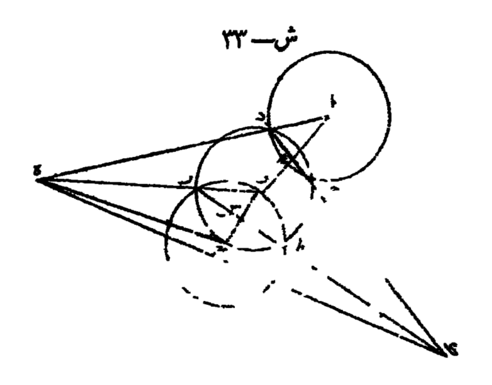
---

(١) هنا بياض فى الاصل •

ومثاله ان ـ ه ـ مغرز الشخص و ـ ه ا ـ اطول الاظلال الثلاثة و ـ ه ج ـ اقصرها و ـ ه ب ـ اوسطها والسمكتان الحاصلتان من الدوائرها ـ د ا ح ب ـ ز ن ط ح ـ وقطراهما ـ د ح ـ ز ط وملتقى القطرين ـ ك ـ فك ه ـ من خط نصف النهار والحاصل من هاتين السمكتين هو خروج عمودين خارجين من منتصف خطين ا ب ـ ب ج ـ اللذين هما ـ م ـ س ـ فاما فى اوتار الدائرة فظاهر انهما يلتيقان على المركز من قطرها المفروض سهما واما فى اوتار القطع الزائد فلا يجتمع على السهم الا اتفاقا .

ولما اتهمت المترجم وتفرست فيه قلة الهداية للعمل مع سوء الآراء وامكن ان تمس الحاجة الى خط نصف النهار فى احد نصفى نهار يوم بعينه من غير أن يمهل الوقت لرصد الظل فى النصف الآخر عدلت على عمل ميناه على ما فى كتاب اناالما لذبوذورس، (١) .

ش ـــ ٣٣

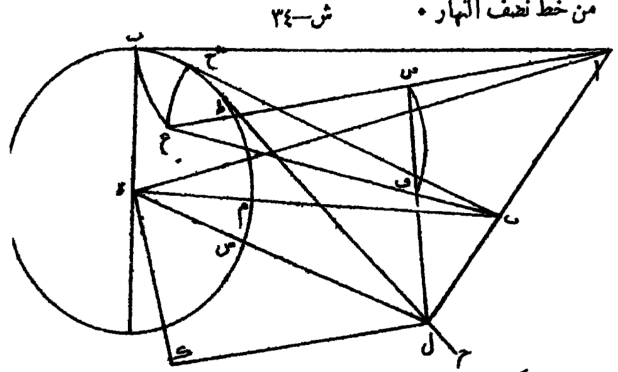


(١) كذا فى الاصل .

وهو

وهو ان ندير على مركز – ه – وببعد طول المقياس دائرة – ى م س – عمود – ه ز – على – اه – ونفصل قوس – ز ح مساوية لقوس – ى م – وقوس – ط ح – مساوية لقوس – م س ونصل – از – ب ج – ح ط – وندير على مركز – ا – وببعد از – وعلى مركز – ب – وببعد – ب ح – دائرتين تلتقيان على ع – ونصل – ع ا – ع ب – وندير على مركز – ع – وببعد ج ط – قوس – ف ص – ونخرج خطى – ص ف – اب – حتى يلتقيا على – ل – ونصل – ح ل – وننزل عليه عمود – ه ك – فيكون من خط نصف النهار ٠

ش – ٣٤



وليكن البرهان على صحة المقياس – ه ز – فتكون مثلثات اه ز – ب ص ز – ح م ص – مثلثات الاظلال فى اوقات الارصاد الثلاثة و – از – ب ز – ح ز – اقطارها وعلى – سطح مخروط الظل الذى رأسه رأس المقياس ومعلوم ان الفصول المشتركة بين سطح

كل دائرة قائمة على سهم مخروط الظل و بين سطح القطع الذى
يحدثه رأس الظل فى الأفق تكون موازية لسطح معدل النهار لان
الدائرة موازية له وسهم القطع هو خط نصف النهار ولان ـ ز
رأس المخروط فدائرة ـ ح ف ص ـ الموازية يبعد ـ ز ج ـ احدى
تلك الدوائر الموازية لمعدل النهار و ننزل عمودى ـ ص س ـ ف م
على سطح الافق فيقعان على خطى ـ اه ـ ب ه ـ ولان ـ از ـ اعظم
من ـ ز ب ـ و ـ ص ز ـ ف ز ـ متساويان فان ـ اص ـ اعظم
من ـ ب ف ـ فنسبة ـ اص ـ الى ـ ص ز ـ اعنى ـ اس ـ الى
س ه ـ اعظم من نسبة ـ ب ف ـ الى ـ ف ز ـ اعنى ـ ب م ـ الى
م ه ـ ونخرج ـ س ط ـ موازيا ـ لا ب ـ فنسبة ـ اس ـ الى
س ه ـ كنسبة ـ ب ط ـ الى ـ ط ه ـ فنسبة ـ ب ط ـ الى ـ ط ه
اعظم من نسبة ـ ب م ـ الى ـ م ه ـ فب ط ـ اعظم من ـ ب م
وزاوية ـ اس م ـ بعض زاوية ـ اس ط ـ ونجعل زاوية ـ س اب
مشتركة فزاويتا ـ اس م ـ س اب ـ اصغر من زاويتى ـ اس ط
س اب ـ لكن زاويتى ـ اس ط ـ س اب ـ معادلتان لقائمتين
فزاويتا ـ اس م ـ س اب ـ اصغر من قائمتين فخطا ـ س م ـ اب
متلاقيان فى جهة ـ م ب ـ وليلتقيا على ـ ل ـ ولان خطى ـ س ل
اب ـ فى سطحى ـ ص س م ف ـ اص ف ب ـ فان ـ ل ـ على
الفصل المشترك لكن ـ ص ف ـ ايضا فى هذين السطحين بينهما

فنقط

فنقط ـ ص ـ ف ـ ل ـ على خط واحد مستقيم لكن ـ ل ـ فى سطح الافق وفى سطح دائرة ـ ح ف ص ـ فهو على الفصل المشترك بينهما ونقطة ـ ج ـ كذلك فى سطح الافق وهذه الدائرة فخط ـ ح ل ـ من الفصل المشترك لهما فهو مواز لمعدل النهار وخط نصف النهار قائم عليه لكن نقطة ـ ه ـ فى هذا الخط فعمود ـ ه ك هو خط نصف النهار.

ثم نعود الى الشكل الأول العملى فنقول ان ـ ا د ـ ب ح ح ط ـ هى اقطار مثلثات الاظلال أعنى نظائر ـ از ـ ب ز ـ ح ز وان ـ ا ع ـ هناك مساو ـ لا ز ـ هاهنا و ـ ب ع ـ هناك مساو لب ز ـ هاهنا وقاعدتا ـ ا ب ـ فيهما متساويتان فمثلث ـ ا ب ع هناك هو مثلث ـ ا ب ز ـ هاهنا وكل واحد من خطى ـ ع ب هناك مساو لكل واحد من خطى ـ ز ص ـ ز ب ـ ها هنا ـ ع ص فع ص ـ فى كليهما واحد وكذلك ـ ا ص ـ و ـ ن ف ـ فمنحرف ص ف ب ـ فيهما متشابهان واصلاها النظائر متساوية و ـ ص ف يلقى ـ ا ب ـ على ـ ل ـ فبعد الملتقى من ـ ب ـ فى كليهما واحد فنقطة ـ ل ـ فى الشكلين واحدة ووضع ـ ح ل ـ متشابه وليس فرض الجانب الواحد بضرورى ولكنه يجب ان نراعى بالأطول والاوسط ماعملناه ومتى استوى منها اثنان توسطهما خط نصف النهار ونصف الزاوية التى يحيطان بها وآل الامر الى الدائرة الهندية .

ش—٣٥

الحادى والعشرون

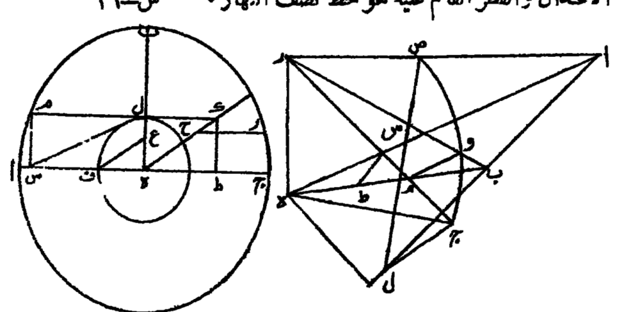
في استخراج خط نصف النهار بقيسة واحدة كيف اتفقت

لهذا الباب وجود كثيرة فمنها ان تقسم الدائرة المخطوطة بثلاثمائة وستين جزأ متساوية وكل جزء منها بما امكن قسمته من الدقائق وينصب فى سطحها مقياس ونرصد جهة مشرق الشمس لطلوع نصف جرمها من تحت الارض او جهة مغربها لافول نصف جرمها وهو أن نجعل ممر وسط ظل المقياس من محيط الدئرة ونعلم عليه علامة ثم نحسب سعة مشرق الشمس ان كنا حصلنا العلامة لطلوعها أو سعة مغربها ان كنا حصلناها لمغيبها ونعرف جهتها ثم نعد من تلك العلامة مثلها الى خلاف جهتها فظاهر ان الموضع الذى انتهينا اليه احد طرفى قطر الاعتدال والقطر القائم عليه هو خط نصف النهار ومنها ان نفرض عدد السمت ممكن الكون فى ذلك اليوم ثم نستخرج له مقدار الظل ونديرعلى مغرز المقياس ونبعد ذلك الظل دائرة او نرصد ظل المقياس لدخوله أو خروجه من

هذه

هذه الدائرة فتى وافى طرفه محيطها اخرجنا القطر المار على وسط
الظل الى محيط الدائرة المقسومة وعددنا من المنتهى مثل ذلك
السمت الى خلاف جهة فتبلغ ايضا احد طرفى قطر الاعتدال •

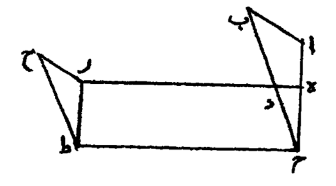
ومنها ان تكون الدائرة المقسومة ـ ا ب ج ـ على
مركز ـ ه ـ و ه ب ـ عمود على قطر ـ ا ج ـ ونفرض منها
لز د ـ (١) مساويا لعرض بلدنا و ـ ح ز ـ مساويا لميل الشمس
فى الوقت ونصل ـ د ه ـ ونخرج ـ ز ح ـ على موازاة ـ ح ه
ونفصل ـ ه ط ـ مساويا ـ له ح ـ ونخرج ـ ط ك ـ على موازاة
ه ب ـ و ـ ك ل م ـ على موازاة ـ ح ا ـ و ـ م س ـ على موازاة
ب ه ـ ونصل ـ ل س ـ ونفرز ـ ه ع ـ بقدر المقياس المنصوب
على ـ ه ـ ونمد ـ ع ف ـ موازيا ـ لل س ـ وندير على ـ ه
وببعد ـ ع ف ـ دائرة ونرصد فى احد نصفى النهار مدخل الظل
ونخرجه من هذه الدائرة الصغرى ونمد منه قطرا فيها فيكون خط
الاعتدال والقطر القائم عليه هو خط نصف النهار • ش ـ ٣٦



---

(١) كذا فى الاصل •

والبرهان عليه فليكن ـ ح ط ـ من الفصل المشترك بين سطحى الافق والمدار و ـ ح ـ مركز الأفق و ـ ه ز ـ من خط الاعتدال وليكن مثلث النهار ـ ا ب ج ـ ومثلث الوقت ج ز ط ـ على ان يكون ـ ز ـ على خط الاعتدال فلامحالة ان ز ح ـ هو جيب الارتفاع الذى لاسمت له ونخرج عمود ـ ه د على ـ ب ج ـ فيكون جيب ميل الشمس و ـ ه ج ـ جيب سعة مشرقها وزاويتا ـ ج ط ـ بمقدار تمام عرض البلد وزوايا ـ ب ح ـ ج ط ـ بمقدار عرض البلد فنسبة ـ ه د ـ الى ـ ه ج ـ كنسبة جيب تمام عرض البلد الى الجيب كله اعنى نسبة جيب زاوية ـ ج الى جيب زاوية ـ د ـ القائمة ونسبة ـ ز ط ـ جيب سعة المشرق الى ـ ز ح ـ جيب الارتفاع كنسبة جيب عرض البلد الى جيب تمامه اعنى جيب زاوية ـ ح ـ الى جيب زاوية ـ ط • ش ـ ٣٧



فلما جعلنا فى الشكل العمل ـ ح د ـ ميل الشمس و ـ ج د ـ تمام عرض البلد كان ـ ه ط ـ اعنى ـ ه ح ـ جيب سعة المشرق

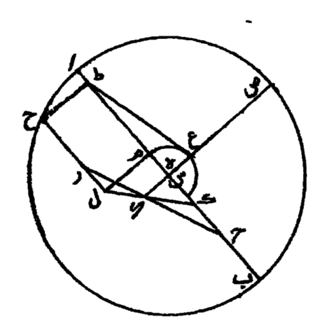
د ـ

و ــ ط ك ــ جيب الارتفاع الذى لاسمت له كان نسبة ــ ه ط ــ اليه كنسبة جيب ــ ب د ــ عرض البلد الى جيب ــ ح د ــ تمامه و ل ه ــ يساوى ــ ك ط ــ فس ه ــ جيب تمام هذا الارتفاع و نسبة جيب كل الارتفاع الى جيب تمامه كنسبة المقياس الى ظله وقتئذ و نسبة ــ ل ه ــ الى ــ ه س ــ كنسبة ــ ع س ــ الى ــ ه ف ــ وقد فرضنا ــ ع س ــ مثل المقياس ــ فه ف ــ هو ظل هذا الارتفاع ٠

ومعلوم انه اذا حصل فى الوجود بالرصد كان منطبقا على خط الاعتدال اذ هو عديم السمت ولكنه مأوف من جهة انه جزئ لانه معدوم فى الميل الجنوبية وغير موجود الا فى الميول الشمالية وكذلك مايقدمه مقصوره على وقت مفروض من النهار يحتاج الى تربص حلوله، وربما احتيج الى خط نصف النهار فى الحال ولم يتسع الوقت للامهال ولذلك نجعل العمل لوقت واحد كيف اتفق دون انتظار لآخر ٠

وليكن وضع الظل فيه ــ ه ج ــ ونجرجه فى الجهتين على استقامة لتحصل منه فى الدائرة المقسومة قطر ــ اب ــ ونقيم عليه عمود ــ ه د ــ مساويا للمقياس و نصل ــ د ج ــ و نجعل ــ ج ز مساويا لنصف قطر ــ اه ــ ونجيز على نقطة ــ ز ــ خط ــ ج ز ل موازيا ــ لاب ــ ونصل ــ ه ك ــ مساويا لظل نصف النهار ونخرج ك د ل ــ وننزل عمودى ــ ح ط ــ ك م ــ على ــ اب ــ وندير على

مركز ـ ه ـ ويبعد ـ ه م ـ نصف دائرة ـ م ع س ـ فى خلاف
جهة الوقت اعنى ان كان قبل نصف النهار فالى الجهة اليها تتحرك
الشمس وهى المغرب وان كان بعده فالى التى عنها تتحرك الشمس
وهو المشرق ونخرج ـ ط ع ـ مماسا للدائرة ـ م ع س ـ على
ع ـ ونخرج على المماسة ـ ه ع ص ـ فيكون من خط نصف
النهار ٠ ش ـ ٣٨



برهانه ان نسبة ـ د ه ـ المقياس الى ـ ه ج ـ ظله فى الوقت
كنسبة جيب الارتفاع الى جيب تمامه أعنى جيب زاوية ـ ج ـ الى
جيب زاوية ـ ه د ج ـ فا ح ـ هو ارتفاع الوقت اذا توهم نصف
دائرة ـ ا ح ب ـ قائما على سطح الافق و ـ ط ه ـ جيب تمام هذا
الارتفاع وعلى وضعه واذا كان نصف دائرة ـ ا ح ب ـ فلك
نصف النهار وفرض ـ ه ك ـ ظل نصف النهار كان ـ ك د ل ـ من

الفصل

الفصل المشترك لسطحى المدار وفلك نصف النهار وزاوية ـ ك بمقدار تمام عرض البلد فمثلث ـ ك ل م ـ هو مثلث الوقت بالمقدار دون الوضع لان ـ ا ه ب ـ ليس بخط نصف النهار ولا الضلع الموازى له من هذا المثلث هو ـ ك م ـ ومعلوم ان جيب تمام الارتفاع يقوى على العمودين الخارجين فى سطح الافق من مسقط حجر الارتفاع الى كل واحد من خطى الزوال والاعتدال والخارج منهما الى خط الاعتدال يسمى حصة السمت و ـ ه م ـ بمقداره ـ فع ط هو الآخر الى الخارج الى خط نصف النهار لقوة ـ ه ط ـ عليهما وهو على وضعه لكن ـ ط م ع ـ عمود على ـ ه ع ص ـ لمروره من المركز الى المماسة فخط ـ ه ع ص ـ خط نصف النهار الذى طلبناه •

الباب الثانى

والعشرون فى مقادير النهار والليل وفصول المطالع

معلوم عند المحيط بهيئة العالم ان ليس للتباعد فى الطول بين المشرق والمغرب اثر غير اختلاف الطلوع والغروب على نسبة ذلك التباعد وان سائر التغايير الكائنة فى سعة المشارق والمغارب وتفاوت ارتفاع انصاف النهار والظل واختلاف النهار والليل وامثال ذلك هى من لوازم التباعد فى العرض بين الشمال والجنوب •

وكل واحد من الأمم يقصد فى تحديد المواضع غيرما يقصده

الإخر فنهم من يحدها بارتفاع قطب الشمال لمساوى للعرض ومنهم من يحدها بساعات النهار الاطول فيها كما اسس لقسمة الاقاليم ٠

ومنهم من يذهب فيها الى الفراسخ وسائر المقادير التى يمسح بها المسافات ٠

ومنهم من يذكر عندها ظل الحمل وهو ظل نصف نهار يوم الاستواء اتاسع لتمام العرض لان النهار طول السنة فى الموضع الواحد مختلف مع ليله بسبب المطالع كاختلاف ظل نصف النهار فيه وعلى هذا الباب عمل الهند لاستعمالهم الظل فى تحديد الأوقات ٠

قال برهمكويت من براهم سدهاند ه لمعرفة تعديل النهار أضرب كل واحد من جيب ميل الكوكب والجيب كله فى نفسه وخذ جذر فضل ما بينهما فيكون نصف قطر مدار الكوكب ثم اضرب جيب ميل الكوكب فى ظل الاستواء واقسم ما بلغ على اثنى عشر واضرب ما خرج فى الجيب كله واقسم المجتمع على نصف قطر مدار الكوكب فما خرج فهو جيب تجعله قوسا وهى بران (١) تعديل النهار فاجعله بنارى (١) بالقسمة على ستة وكل ستين بنارى (١) هو ـ لك ه زى - واليه ذهب محاتدد (١) لكنه جمع الضربين فيه كما جمع القسمتين فقال اضرب نصف قطر مدار الشمس فى المقياس واقسم على ما بلغ مضروب ظل الاستواء فى جيب ميلها ثم فى الجيب كله فيخرج تعديل دقائق النهار ٠

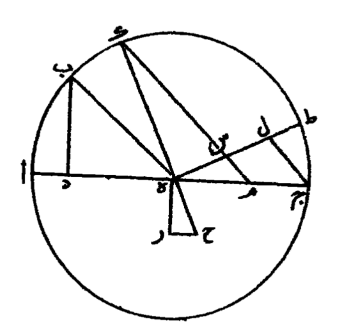
---

(١) كذا والبرهان

والبرهان على ذلك فليكن ـ اب ج ـ فلك نصف النهار و ـ ا ج ـ الفصل المشترك بين سطحه وسطح الافق و ـ ب ه ح الفصل المشترك بينه وبين سطح معدل النهار على قطب ـ ط ـ وليكن الفصل المشترك بين سطحى فلك نصف النهار ومدار الكوكب ك م ـ ونخرج ـ ط ه ـ فيكون ـ س م ـ جيب تعديل النهار فى المدار ونجعل ـ ه ز ـ العمود على ـ ا ج ـ مساويا للمقياس ونخرج ج ز ح ـ على موازاة ـ ا ج ـ فيكون ظل الاستواء وننزل عمود ح ل ـ على ـ ط ه ـ فلان ـ اب ـ تمام ـ ح ط ـ فان مثلثى ب ه د ـ ه ل ج ـ متشابهان متساويان ومثلث ـ م س ه ـ يشبههما فنسبة ـ م س ـ الى ـ س ه ـ كنسبة ـ ح ز ـ الى ـ ز ه ـ و ـ س ه جيب الميل و ـ ه ك ـ الجيب كله يقوى عليه وعلى ـ س ك و ـ س ك ـ جيب تمام الميل وهو الذى يسمى نصف قطر مدار الكوكب ونسبته الى ـ س م ـ كنسبة الجيب كله اعنى ـ ب ه الى نظيره من نصف قطر الكرة وهذا هو التحويل اعنى تحويل س م ـ من المقدار الذى بـه ـ س ك ـ الجيب كله فجيب تعديل النهار معلوم وهـذا هو بعينه ما ذكره يعقوب بن طارق فى كتاب العلل •

فقال اجعل بعـد آخر كل برج وترارا حعا وانقصه من ٣٤٣٨ فيبقى وترطوق مدار البرج واضرب وتر هذا البعد مستقيما

فى ظل الاستواء واقسم المبلغ على اصابع المقياس واضرب ماخرج
فى ٣٤٣٨ واقسم المبلغ المجتمع على وترطوق مدارالبرج فما خرج
فاجعله قوسا وهى زيادة الحمل ونقصان العذرا وهذا لان الوتر
المستقيم عنده هو الجيب المستوى والراجع هو المعكوس وهذا
العدد المذكور هو دقائق الجيب كله عندار جيهدو وترطوق
مدار البرج هو جيب تمام ميله اعنى نصف قطر مداره وبعد
البرج هو ميله والزيادة والنقصان المذكورين هما لمطالع الفلك
المستقيم على مطالع البلد • ش—٣٩



. وبسبب ان قوس الجيب تخرج له دقائق فانه زعم ان
الحاصل هو بران (١) اى انفاس لان عند الهندان المعتدلة منهاموازية
لدوران دقائق أزمان معدل النهار وكل ستة أزمان فهو لك ه
زى اعنى دقيقة من دقائق الايام وثوانيها تسمى بنارى، وتسميها

(١) كذا •

 عوامهم

عوامهم حبشة والضا جكـة •

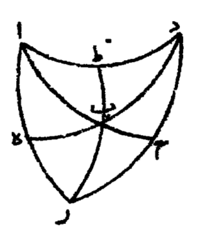
وقد وضع خوارزمى فى زيجه جدولا سماه فصول المطالع للأرض وفيه بازاء كل درجة ما اذا ضرب فى ظل الاستواء اجتمع جيب تعديل نهارها وذلك مضروب مقسوم جيب ميل الدرجة على جيب تمام ميلها فى مائة وخمسين ثانية •

وللا بانة عن حقيقته فليكن ـ ا جـ من أفق البلد وـ ب مطالع الدرجة منه وـ ز ج د ـ من فلك نصف النهار وـ اه ز ربع معدل النهار على ـ ج ـ ونخرج منه دائرتى ـ دا ـ وـ ب ه عظيمتين فيكون ـ ا ه ـ تعديل النهار وـ ب ه ـ ميل الدرجة وـ ب د ـ تمام ميلها ونخرج عظيمة ـ د ب ط ـ فيكون ـ ب ط المسمى فى كتبنا موسطا ونسبة جيب ـ ح ز ـ الى جيب ـ ح د كنسبة جيب ـ ه ب ـ الى جيب ـ ب ط ـ لكن نسبة جيب ز ج ـ الارتفاع الى جيب ـ ج د ـ تمامه كنسبة المقياس الى الظل فنسبة جيب ـ ه ب ـ اذن الى جيب ـ ب ط ـ كنسبة المقياس الى ظل الاستواء ونسبة جيب ـ ب ط ـ الى جيب ـ ب د كنسبة جيب ـ ا ه ـ الى جيب ـ د ه ـ الربع فقد تألفت نسبة ظل الاستواء الى جيب ـ ه د ـ الجيب كله فاذ اساوينا بين اجزاء الجيب كله وبين اجزاء المقياس تساوى الثالث والسادس من هذه المقادير الستة وكانت نسبة ظل الحمل الى جيب ـ ب ط ـ كنسبة

المقياس الى جيب ـ ب ه ـ ونسبة جيب ـ ب ط ـ الى جيب ـ ا ه
كنسبة جيب ـ د ب ـ الى جيب ـ ه د ـ المساوى للمقياس فبالمساواة
فى النسبة المضطربة تكون نسبة ظل الحمل الى جيب ـ ا ه ـ كنسبة
جيب ـ د ب ـ الى جيب ـ ب ه ـ فاذا ضربنا ظل الاستواء فى
جيب ميل الدرجة وقسمنا ما اجتمع على جيب تمام ميلها خرج
تعديل النهار واذا قدمنا القسمة فقسمنا جيب الميل على جيب تمام الميل
اجتمع جيب تعديل النهار لضرب ظل الاستواء فيه فاذن هو هو
الموضوع بازاء الدرجة فى الجدول لو كان ظل الاستواء مقدرا
مجزءا باجزاء الجيب كله لكنه مقدر بمقياس مجزءا باثنى عشر فان
كان الجيب كله ستين جزءا فالمقياس جزء من خمسة منه ولذلك
يجب أن يكون الموضوع فى الجدول خمسة اضعاف ذلك المقسوم
حتى يطرد الأمر .

والجيب كله عند الخوارزمى جزءان ونصف فالمقياس مثله
اربع مرات واربعة اخماس مرة ولذلك يجب أن يكون ما يخرج من
قسمة جيب الميل على جيب تمامه مقسوما على اربعة واربعة اخماس
ليطرد الأمر والقسمة على اربعة واربعة اخماس هو أخذ جزء من اربعة
وعشرين جزءا منه ، وكل ما اريد قسمته على اربعة وعشرين فضرب
فى مائة وخمسين ثانية اعنى الجزء من اربعة وعشرين من ستين دقيقة
حصل به المطلوب وذلك ما اردناه .

ش — ٤٠

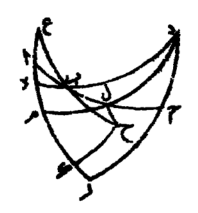


وفى كتاب العلل ليعقوب بن طارق واضرب ظل الاستواء فى وتر استطالة الحمل يعنى جيب مطالعه فى الفلك المستقيم واقسم ما بلغ على ظل نصف النهار فى موضع غاية مطالع البروج فى خط الاستواء وهو ستة وعشرون اصبعا وثمان وخمسون دقيقة ونعنى بذلك ظل الاستواء للموضع المساوى وعرضه للميل الأعظم فيخرج وترما اعترضت منطقة الحمل واستطالة منطقة العذرا واجعله قوسا فيكون نقصان الحمل وزيادة العذرا •

ومبنى هذا العمل على أن نسبة جيب تعديل نهار الدرجة الى جيب مطالعها فى الفلك المستقيم كنسبة ظل الاستواء فى البلد الى تمام الميل الأعظم أعنى ظل الاستواء فى العرض الذى يساوى الميل الأعظم فلنعدله من الصورة ما نحتاج اليه وليكن — ع ب ح — ربع فلك البروج — وح ك — الميل الأعظم — وح ل — من مدار السرطان ونخرج — د ل م — فيكون — ل م — الميل الأعظم — و ا م — تعديل

نهاره ومعلوم ما سنقرر بواجبه فيما بعد ان نسبة جيب ـ اه ـ الى جيب ـ اد ـ كنسبة ظل ـ ب ه ـ الى ظل ـ ز ج ـ وان نسبة جيب ـ از ـ الى جيب ـ ام ـ كنسبة ظل ـ ز ج ـ الى ظل ل م ـ فبالمساواة نسبة جيب ـ اه ـ تعديل نهار الدرجة الى جيب ام ـ تعديل نهار المنقلب كنسبة ظل ـ ه ز ـ ميل الدرجة الى ظل ل م ـ الميل الأعظم لكن نسبة ظل ـ ه ز ـ الى ظل ـ ح ك المساوى ـ لل م ـ هى نسبة جيب ـ ع ه ـ المطالع فى الفلك المستقيم الى جيب ـ ع م ـ الربع وذلك ما اردنا بيانه •

ش ـ ٤١



وتوجد فى زيجات الهند اعمال لاستخراج فضل المطالع لرؤوس الابراج من جهة الأظلال مستخرجة من الاستقراء بالتقريب اذلا تناسب بين الأظلال وبين انفس قسيها دون جيوبها ونحن نحكيها بعد تقديم تلك المقادير لعرض مفروض محسوبة بالتحقيق لنقابل بها نتائجها فنعرف أقربها من الاصابة من أبعدها •

وليكن

وليكن ذلك العرض اربعة وعشرون جزءا واصابع ظل الاستواء فيه ـ ه كا ـ وتعديل نهار الحمل اعنى آخره ـ ه يج وتعديل نهار الثور ـ ط كح ـ وتعديل نهار الجوزاء ـ يا يب وهذا على التركيب •

فاما بالتفصيل فان تعديل نهار الثور وحده ـ د يه ـ وتعديل نهار الجوزاء وحده ـ أمد ـ تكون مطالع الحمل فى هذ العرض كب م ـ ومطالع الثور ـ كه لط ـ ومطالع الجوزاء ـ ل كط •

واذا تقررت هذه المقادير قلنا ان لهم زيجا يسمى كندكاتك من عمل برهمكويت وهو الذى يعرف فى ديارنا بزيج الاركند ويتضمن فى تعديل النهار ويسمونه حردل ان نضرب ظل الاستواء ويسمى يشق لحاى (١) فى مائة وتسعة وخمسين وتقسم ما بلغ على ستة عشر فيخرج ج ـ فل ـ وكل عشرة منه ـ سس ـ وذلك تعديل نهار الحمل ثم نضرب هذا الظل ايضا فى عشرة وتقسم المبلغ على ثلاثة فيخرج تعديل نهار الجوزاء وعلى هذا اذا حسبناها بالظل المفروض خرج تعديل نهار الحمل ـ ه بط ـ ومطالعه ـ كب لد ـ وتعديل نهار الثور ـ ج كا ـ ومطالعه ـ كه لج ـ وتعديل نهار الجوزاء أمر ـ ومطالعه ـ ل كو •

والعمل فى النسخة الهندية على مثل ذلك من ان يذكر فيها اسم ـ بل ـ فان هـذا المقدار فى موازينهم للسلع وزائه خمسة

عشر درهم ويقع فى كتبهم النجومية على التعديل و ـ سس هو الدرجة بالفارسية ومن عادتهم ان يستعملوا فصولها بدقائق الأيام وثوانيها دون الازمان ولذلك وضع فى النسخة الهندية مطالع لتلك وهو خط الاستواء للحمل ـ ب كح ـ وللثور ـ رمط والجوزاء (١) فان هذه الاعداد اذا ضربت فى ستة اجتمع للحمل كزمح ـ والثور ـ كط يد ـ والجوزاء ـ لب لح ـ وذلك ازمان مطالعها فى الفلك المستقيم بالتقريب •

ووجد من الزيادات الفارسية فى بعض النسخ ان ظل الاستواء مهما كان خمس اصابع فاعمل به ماذكر فى الاركند ومتى خالفه فخذ لكل أصبع من الفضل ثمان دقائق من ساعة وتنقصها مما خرج من المطالع ان كان الفضل للظل على الخمس اصابع وتزيدها عليها ان كان الفضل للخمس اصابع وهذا الفضل فى مثالنا ـ ه كا ـ وحصته من الساعات ـ ه ب مح ـ اذا كان لكل اصبع ونصف خمس ساعة وازمانها ـ ه ه مب ـ فاذا نقصناه من المطالع التى خرجت لنا نقصت دقيقة واحدة بالتقريب ويوجد هذا العمل فى بعض الكتب انه يضرب ظل الاستواء فى ١٥١ ويقسم المبلغ على ١٦ وينقص ما يخرج من ٢٧٨ ويقسم الباقى على ١٠ فتخرج مطالع الحمل ثم يضرب الظل فى ٦٥ ويقسم المجتمع على ٨ وينقص ما يخرج من ٢٩٩ ويقسم المبلغ على ١٠ فتخرج مطالع

(١) هنا بياض فى الاصل.

الثور ويضرب هـذا الظل فى ١٠ ويقسم المجتمع على ٣ وينقص ما يخرج من ٣٢٣ ويقسم الباقى على ١٠ فتخرج مطالع الجوزاء وهـذا هو العمل الأول بعينـه ينقص فيه الفضل من مطالع الفلك المستقيم ثم تحول الباقى من ثوانى الايام الى دقائق الازمان •

ووجد الأول بعينه فى زيج شهريا ران قد جعل احزاء القسمة فيه ـ قس ـ ل ـ ف ـ وهى عشرة اضعاف الأولى ليخرج مايخرج منها محولا الى الأزمان •

وطالعته فى بعض التعاليق على صورة اخرى وهى ان يضرب ظل الحمل فى ١١٤ ويقسم المبلغ على ١٠٥ فيخرج فضل الحمل والثور يضرب فى ١٣ ويقسم المبلغ على ١٦ فيخرج فضله وللجوزاء يقسم على ٣ . واذا اعتبرنا ذلك فى مثالنا خرجت مطالع الحمل ـ كب د ـ والثور ـ كه كط ـ والجوزاء ـ ل كو •

وربما وجد مع عـدد ى الثور مائة وبذلك تخرج مطالعه كز ما ـ والأول اقرب ومن العجائب ان بعض النوكى قرن به تعليلا لماليس فى الأصل وهو قوله انما يضرب فى ـ ١١٤ ـ و يقسم عـلى ١٥٠ لان الأول هو قطر الفلك والثانى الجيب كله، فاذا استفدنا هذه العلة منه فديته من احمق وسلمنا هاله خرج فضل الحمل به فى مثالنا رمج لح ـ وان احتسبنا بالمائة والخمسين دقائق كان فضل الحمل د ج لح ـ ومطالعه ـ كج مط ـ •

وقيل ايضاً في بعض التعاليق اذا عرفت فضل الحمل فاضرب به في تسعة واقسمه على احد عشر فيخرج فضل الثور واضرب به ايضاً في اربعة وأقسمه على احد عشر فيخرج فضل الجوزاء ومتى عملنا ذلك لفضل الحمل في مثالنا وهو ــ ه لط ــ خرج فضل الثور ــ ج كا وفضل الجوزاء ــ امو ــ وأمريتشفر (١) في زيجه المعروف بكون سار نضرب ظل الاستواء للحمل في عشرة وللثور في ثمانية وللجوزاء في ثلاثة وثلث فيكون فضل الحمل بـه في مثالنا ــ ه ر ــ والثور د لولح ــ والجوزاء ــ أ مر ــ وامر بحيابند في كرن تلك(١) وهو عدة الزيجات ان يضرب ظل الاستواء للحمل في عشرين وللثور في ستة عشر وللجوزاء في سبعة فيجتمع كهرى فضل النهار •

ولمثالنا يخرج نصف فضل النهار بعد التحويل الى الأزمان للحمل ــ ه ر ــ وللثور ــ د لومح ــ وللجوزاء ــ نب كا ــ وهو مثل ما تقدم الا في عداد الجوزاء فان كسره ازيد بسدس جزء •

وحكى عن بلطبان (١) الهندى الذى نسب اليه العمل المعروف في استخراج اوتار الدائرة انه يوضع ظل الاستواء في ثلاثة مواضع وينقص في اولها من كل مائة وستين دقيقــة واحدة فيبقى فضل الحمل وينقص في ثانيها من كل عشر دقائق ثلاث دقائق فيبقى فضل الثور وينقص من ثالثها ثلاثة فيبقى فضل الجوزاء وعـلى هذا يكون في مثالنا فضل الحمل ــ وبط ــ وفضل الثور ــ ج مه ــ وفضل الجوزاء

---

(١) كـذا

أمر ـ ولمخالفة فضل الثور ما تقدم ان جعل النقصان من كل عشر دقائق دقيقتان خرج فضل الثور ـ د يز ـ ووجد ايضا هذا الباب انه يزاد على ظل نصف النهار ثلث وخمس ثلث ظل الاستواء فيجتمع الأصل ثم ينقص هذا الاصل من ثلثين فيبقى مطالع الحمل ويزاد عليها خمس ضعف الاصل فيبلغ مطالع الثور ويزاد هذا الخمس على مطالع الثور فيجتمع مطالع الجوزاء •

وأظن انه يراد فى استخراج الأصل ان يزاد على ظل نصف النهار للاستواء ثلثه وخمس ثلثه اذ ليس لظل نصف نهار سائر الأيام فى هذا المعنى مدخل والاصار لكل برج فى كل يوم مطالع متجددة فان كان المراد ما تفرسنا فان الاصل يخرج فى مثالنا ـ ح يب يب ـ ومطالع الحمل ـ زمز مح ـ ومطالع الثور ـ كه ذ بط ومطالع الجوزاء ـ كح زل ـ •

ووجد فى بعض كتب الفرس عمل آخر وهو هذا ، قال انقص ظل الإستواء من مطالع الفلك المستقيم للحمل وزده عليها للعذراء ثم اطرح من ظل الاستواء اصبعين ونصف وثلث وانقص ما يبقى من مطالع الفلك المستقيم للثور وزده عليها للأسد ثم انقص من ظل الاستواء ثلث اصابع وانقص الباقى من مطالع الفلك المستقيم للجوزاء وزده عليها للسرطان فتحصل مطالع هذه البروج فى البلد •

ولمثالنا نخرج فضل الحمل ـ ه عا ـ ومطالعه ـ كب ل ـ وفضل

الثور ـ ب لا ـ ومطالعه ـ كز كج ـ وفضل الجوزاء ـ ب كا ومطالعه كط يب ـ وذلك كله بعيد عن المطلوب •

قال صاحب العمل واما اهل بابل فانهم ضربوا ظل الاستواء فى خمسة وعشرين وقسموا المبلغ على ثمانية عشر وتقصوا ما خرج من ثلاثين فيبقى مطالع الحمل ثم تقصوا ضعف مطالع الحمل من ستين وقسموا الباقى على خمسة فخرج اصل زيادة كل برج واخذوا فى زيادته على مطالع الحمل للثور وعلى مطالع الثور للجوزاء وكذا الى السنبلة •

ونحن اذا امتثلنا كذلك فى مثالنا كان النقصان من ثلاثين ز كه ن ـ ومطالع الحمل كب له ه ـ واصل الزيادة ـ ب يح ك ومطالع الثور ـ كح ل ل ـ ومطالع الجوزاء ـ كح ل ن ـ ومطالع السرطان ـ لا كط ى ـ ومطالع الاسد ـ لز كز ل ـ ومطالع السنبلة لز كه ن ـ وفيما حكيناه زيادة على الكفاية •

الباب الثالث والعشرون

فى معرفة الماضى والباقى من النهار بالظل

انما يتوصل الى الماضى من النهار بوساطة الجيوب سواء كان القياس بالظل أو كان بالارتفاع واذا استخرجت الجيوب استغنى عن الأظلال ولهذا لم نقصد استيفاء هذا الباب لان مطلوبنا هاهنا هو ما يتعلق حصوله بالظل مدققا كان او مقربا •

والهند

وللهند فى ذلك كلام يميل احيانا الى التحقيق و يميل عنه احيانا ومن جنسه ماهو مبنى على أصول غير محققة يكفى الاستقراء فى الامتحان انتقادها ومهما تركنا حكاية أمثالها ظن الناظر فى هذه المقالة أنها لم تقع اليهم بما يشكك فى حالها من جهتنا او اعتقد فيها الصحة ان كان من جملة العامة فى تعظيم امور الهند من غير تحقق لها ٠

فمن ذلك ماوجدته فى بلس سدهانده واطبق جمهورهم على استعماله من زيادة اثنا عشر ابدا على اصابع فضل ما بين ظلى وقت القياس ونصف النهار وقسمة قوس النهار اعنى مقداره بدقائق الأيام مضروبة فى ستة على ذلك المجتمع فانهم يزعمون ان الخارج من القسمة يكون الماضى من النهار بدقائق الأيام ان كان القياس شرقيا قبل نصف النهار والباقى منه ان كان القياس غربيا بعد نصف النهار وذلك لان حكمها واحد ولذلك نقصر فى التعريف على احدهما وهو الماضى لانه بالفعل والباقى بالقوة ومتى كان القياس فى نصف النهار عدم الفصل بين الظلين فكانت القسمة على اثنى عشر فقط وقد كان ضرب دقائق الأيام لكل النهار فى ستة ليتحول ازمانا فلو قسمها على اثنين لخرج ازمان نصف قوس النهار وذلك هو الدائر لوقتئذ لكنه محتاج اليها بدقائق الأيام دون الازمان فيجب أن نقسمها على ستة بعد القسمة على اثنين وبجمع القسمتين قسم على

مضروب الاثنين فى الستة حتى خرج له كهرى (١) نصف النهار
وتكون مساوية لأجزاء الساعة المعوجة لان حصول كليهما من
قسمة ازمان قوس النهار على ستة والاثنا عشر هى مضروب الاثنين
فى الستة دون اصابع المقياس كما ظنه بعضهم فامر بزيادة المقياس على
الظل فى الوقت ونقصان ظل نصف النهار مما اجتمع •

واذ علم جيبها فى نصف النهار فيعلم انها الحقت بكل فصل
للظلين مقسوم عليه كما الحقت بعدم الفصل لاحالة الأزمان الى دقائق
الايام ولما وجد الاظلال قبل نصف النهار متقاصرة متناقصة والزمان
الماضى من أول النهار لها متزايدا استعمل بينهما نسبة التكافى التى
معناها بلغتهم التراجع ومقتضاها فيهما ان نسبة الدائر من الفلك
يعنى من معدل النهار الى ازمان نصف قوس النهار كنسبة ظل نصف
النهار الى الظل للوقت الا أنه لما كان ممكنا ان يبطل الظل فى نصف
النهار لم تستعمل الأظلال أنفسها بل فصولها فانها كذلك متناقصة
على ازدياد الدائر ومنتهية من نصف النهار الى غاية الصغر فى يومها
فكما انه فى نصف النهار قسم ازمان قوس النهار على مجموع اثنى عشر
الى الفصل المعدوم كذلك قسمتها هاهنا على مجموع اثنى عشر الى
الفصل الموجود وقد قلنا ان جانب المغرب مقياس على جانب المشرق
فلذلك اقتصرنا على ذكر احدهما •

وقال برهمكويت فى المقالة الثالثة عشر من براهم سدهانده

---

(١) كذا

جر المقياس عـلى ما نريد وقدر الظل بها وزد عليه واحدا من احاده واقسم على المبلغ دقائق مقدار نصف النهار فتخرج دقائق الماضى أو الباقى وفى عكسه قسم دقائق نصف النهار عـلى دقائق الماضى أو الباقى ونقص مما خرج واحد فبقى الظل •

واظن ان المترجم اساء العبارة وانما الغرض فى الواحد المزيد والمنقوص هو المقياس نفسه بمنزلة الاثنا عشر المتقدمة •

ثم قال برت سولم ان هذا خطأ وقد اثبته ماوجدته ولست اعرف الداعى لبرهمكويت اليه فانه لايصح فى موضع مالا فى خط الاستواء ولا فى غيره وربما احتاج اليه فى شئ لا أعرفه ومثل هذه الأعمال الفاسدة أو المعمولة للتساهل والتقريب •

وقـد وجدت فى الـكتب التى تلقف من السنة الهند فى أول أيام بنى العباس وثبتت فيها الأسامى الهندية من غير ان تترجم اوينقل معناها الى العربية وهو هذا •

قس ظل الشخص فى الوقت وزد عليه اثنا عشر اصلا ابدا والق مما اجتمع ظل نصف النهار ثم اضرب غوجات نصف نهار يومك فى ستة ابدا واقسم المبلغ على ما بقى معك فما خرج فاضعفه وخذ خمسة فتكون ساعات ماضية قبل نصف النهار او باقية بعده فاما الغوجات فانها عبارة عن دقائق الأيام بلغة من لغاتهم أو بعد تغريب ولم يقع لنابها سماع وهذا العمل الى تضعيف القسم الخارج

موافق للعمل الأول والقسم فى كليهما كهرى وكل اثنين ونصف منها ساعة منسوبة (١) فيقل الكهرى الى الساعات تكون تأخذ خمس ضعفها ألا ترى أنا فى عكس ذلك اذا اردنا تحويل الساعات الى دقائق الأيام والساعة مثلا الدقيقة ومثل نصفها وضعناها فى مكانين ثم اضعفنا أحدهما ونصفنا الآخر وجمعنا الحاصل فيهما فيكون المطلوب •

ولان زيجات الهند منظومة لوزن لهم يسمى شلوك كذلك نظم بعض اصحاب زيجات السند هند زيجه باسبابهم وقال فى هذا •

واذا سرك ان تعـــرف ساعات النهار
فاتخذ عودا بعشر   فعل ذى فهم يصار
يتبع درس بجور   قد تملين غزار
وليكن عودك فافهم   طوله عشر اصابع
ثم زد ثنتين فوق العشـــر هذا لك نافع
واذ لم تعد بالخيـــزفكن انت المتابع
فانصب العود وخذ فى الشمـــس فى مقدار ظله
ثم زده مثل قدر الـــعود فى ذلك كله
ليس هادى المرء للخيـــر مبينا كمضله
ثم تلقى منه قدر الظـــل فى نصف النهار
واعزل الباقى لتعـــمله على حسن اقتدار

(١) هاهنا خرم فى الاصل

ثم

ثم ضع باءاوعينا غير مخشى الشنار
ثم جزه بالذى الـقيت ما قد كان قبله
ثم ما نلت فتحصيه وتحصى بعد فضله
هكذا يعمل فى هذا الذى تطلب اصله

فاذا استقبلت من يو مك فاعلم ذاك قدرا
هى ساعات خوال قد طوين الارض شبرا
واذا يومك ولى فتو ليهن ظهرا (١)

وكذلك نظمه محمد بن ابراهيم الفزارى فى قصيدته النجومية فقال فيها فى الماضى من النهار •

فان اردت ما مضى وما بقى من النهار بالحساب الاوفق
فاعمل هداك الله بالترفق
عود اوقدره لحسن القدر ستا وستا واستعن بالصبر
وطوله قدرا كقدر الشبر
فانصبه نصبا فى مكان مستو ثم انظر الظل الى ما ينتهى
فاقدره بالعود (١)
فما بلغ ذاك من التعديد ومن حساب ظلك الموجود
فزد عليه مثل ظل العود
والق منه ظل نصف يومكا واحص ذاك كله بهمكا

---

(١) هنا خرم فى الاصل •

فان فى ذاك كمال امركا

فما بقى فاقسم عليه وهنا كاثنين مع سبعين حتى يفنا

هذا لعمرى واضح فى المعنى

فافهم اذا قسمت باب المخرج فتلك ساعات صحاح المدرج

من الحساب المستقيم المنهج

وهى ان كان النهار مقبلا فقد مضين اولا فاولا

حتى يمر النصف كلا كملا

وهن ان كان النهار مدبرا فقد بقين آخرا فآخر

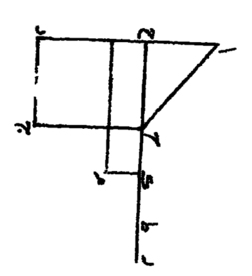
الى غروب الشمس حتى لا ترى

وحل هذه المنظومات هكذا يزاد على الظل الموجود اثنى عشر ابدا ويلقى من المبلغ ظل نصف النهار ويقسم على الباقى اثنان وسبعون اصل لا يتغير فتخرج الساعات الماضية قبل الزوال من اول النهار أو الباقية بعده الى آخر النهار ونسبته ٠

فليكن المقياس ـ اب ـ و ـ ب ج ـ مساويا له ومعلوم انا اذا زدنا على نصف النهار اثنا عشر ونقصنا من المبلغ ظل نصف النهار اذن الباقى دائما يكون ـ ب ج ـ ونفرض ـ ب د ستة فيكون سطح ـ ب د ـ ه ج ـ اثنين وسبعين ولو لم نزد الاثنى عشر لما كان يبقى شيئا ولكانت القسمة فى نصف النهار على لاشئ فما كان يخرج منها حينئذ شئ الا ان صاحب العمل محتاج

الى ان يخرج له حينئذ ستة لان مقصوده الساعات المعوجة فصير القسمة على مقدار المقياس الثابت على بقاء الظل اوفنائه ولما قسم الاثنين والسبعين على ـ ح ب ـ خرج ـ ب د ـ الستة واذا طرد عمله فى نصف النهار بنقصان ظل نصف النهار من ظل الوقت وزيادة العود على الباقى وان لم يكن شيئا وقسمة اثنين وسبعين عليه فان اجزاءه فى سائر اوقات النهار على مثله فليكن فى غير نصف النهار ظل الشخص ـ ب ز ـ وظل نصف النهار ـ ب ط والفضل بينهما ـ ز ط ـ ونفرز ـ ج ك ـ مساويا لزط ـ فيكون ك ب ـ المقسوم عليه ونضيف اليه سطح ـ ك ب ـ ح م ـ مساويا لسطح ـ ب د ـ ه ج ـ فيكون ـ ب ج ـ عدد الساعات لفضل زط

ويوجد فى بعض النسخ القسمة على الاثنين والسبعين بدل قسمتها على ما ذكرنا وذلك غلط من جهة لناقلين مبعد عن الصواب جدا ٠ ٤٢ ـ ش



وذكر فى بعضها فان كان الظل اكثر من اثنين وسبعين فاضرب ستين فى اثنين وسبعين واقسم المبلغ على ما تجد من اجزاء العود ويكفى المعتبر دلالة على اختلاف هذه الأعمال اختلاف نتائجها فى الواحد من المثال وخاصة اذا قوبل بموجب الحساب الخفى فيه ارتفاع الى الجيب كله فيجعل المقياس وسطا فى النسبة بين ـ ه ى ه ك ـ قطرى الظلين فتكون نسبة ـ ه ى ـ الى ـ ه ص ـ كنسبة ـ ع ه ـ الى ع ف ـ ونسبة ـ ه ص ـ الى ـ ه ك ـ كنسبة ـ ل ح ـ الى ـ ح ه المساوى ـ لـع ه ـ فبالمساواة فى النسبة المضطربة نسبة ـ ه ى الى ـ ه ك ـ كنسبة ـ ل ح ـ الى ـ ع ف ـ ولكن نسبة ـ ل ح الى ـ ع ف ـ كنسبة ـ ح س ـ الى ـ ع ط ـ فنسبة ـ ه ك الى ـ ه ى ـ اذن كنسبة ـ ع ط ـ الى ـ ح ش ـ فمى ضرب قطر ظل نصف النهار فى سهم النهار اعنى جيب نصف النهار المعكوس وقسم المبلغ على قطر ظل الوقت خرج ترتيب الدائر الذى اذا القى من سهم النهار بقى سهم الدائر بين وقت القياس وبين نصف النهار وذلك ـ ح س ـ ولكن ـ ح س ـ ليس بجيب قوس بعينه وان كان فى الامكان وجود قوس فى المدار يساوى جيبها خط ـ ح س ـ انما هو مركب من جيبى قوسين متلاصقتين ٠

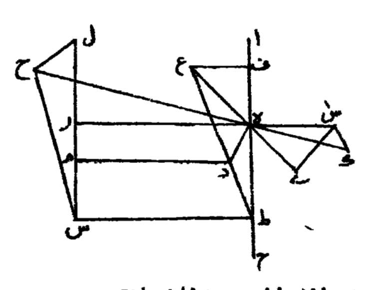
ولتحقيق معرفتها نخرج عمود ـ ه د ـ على ـ ع ط ـ

ونخرج

ونخرج ـ دم ـ على موازاة ـ ح س ـ فيكون ـ د ـ مركز المدار و ـ م س ـ جيب تعديل النهار فى المدار و ـ م ح ـ جيب الدائر فيه بعدد ودان تعديل النهار، ولكن صاحب هذا العمل اقام ـ ع ط ـ مقام الجيب كله وفرض له المائة والخمسين يخرج ح س ـ بحسبه واذا قام الجيب كله ليست ساعات من اجل انه جيب تسعين جزءا كان ـ س ح ـ جيب الدائر فى الساعات الماضية، وهذا لا يصح فى البلاد ذوات العروض الا فى وقتى الاعتدال فان ـ ط س ـ حينئذ يكون ـ ه ب ـ القائم على ـ ل س ـ و ـ ط ع يكون ـ ع د ـ و ـ ح س ـ يكون ـ ح م ـ وتدوم صحته فى خط الاستواء لكون مركز المدارات فى سطح الأفق فيتسق صاحب العمل المواضع ذوات العروض عليه وسوى بينها وبينه أو كانه ظن ان ـ ع د ـ ح م ـ الباقيتان من ـ ط ع ـ س ح بعد اسقاط ـ ط د ـ س م ـ المتساويين منهما باقيان على نسبة ما بين ـ ع ج ـ ع س ـ اللتين ابين عنهما •

والى شبيه به مال يعقوب بن طارق فى قوله اقسم على قطر الظل للوقت الفا وثمان مائـة واضرب ما خرج فى مائة وخمسين واقسم المجتمع على جيب ارتفاع نصف النهار فيخرج جيب نجعله قوسا ونأخذ منها لكل خمس عشر درجة ساعة مستوية •

ش — ٤٣



وذلك لان الالف والثمان مائة هى مضروب المقياس فى الجيب كله ونسبة ـ ك ه ـ قطر الظل للوقت الى ـ ه ص ـ المقياس كنسبة ـ ه ح ـ الجيب كله الى ـ ح ل ـ جيب الارتفاع فى الوقت وهو الخارج من القسمة ونسبته الى ـ ح س ـ ترتيب الدائر كنسبة ـ ع ف ـ جيب الارتفاع لنصف النهار الى ـ ع ط جيب النهار لكنه لما اقام ـ ع ط ـ كالجيب كله آل الامر الى ما تقدم ذكره ولأن المضروب فيه فى كلا النسبتين هو الجيب كله فكان احسن ان يحمل ويضرب المقياس فى مربع الجيب كله فيجتمع مائتى الف وسبعين ألفا ويقسمه ابدا على مضروب المقسوم عليه فى احدى النسبتين فى المقسوم عليه فى الاخرى اعنى مضروب قطر الظل للوقت فى جيب ارتفاع نصف النهار ليخرج له ما خرج اولا .

وفى زيج الشاه لمعرفة الماضى يأمر بان يقسم على جيب

الارتفاع

الارتفاع فى الوقت الفاو ثمان مائة فيخرج قطر الظل لوقتئذ ويقسم عليه مضروب ظل الجيب المحصى فى قطر ظل نصف النهار فما خرج نقص من طول الجيب المحصى و ينقص الباقى من مائة وخمسين ويقوس الباقى فيكون تعديل الجيب فان كان الارتفاع شرقيا نقص تعديل الجيب من تسعين وان كان الارتفاع غربيا زيد على تسعين فيحصل الدائر من الفلك •

وفى اواخر العمل تخاليط واقعة من الجهل بالصناعة وذلك ان مضروب المقياس فى الجيب كله اذا قسم على ـ ح ل ـ خرج ه ك ـ كما انه اذا قسم على ـ ه ك ـ خرج ـ ح ل ـ وطول الجيب المحصى هو ـ ع ط ـ جيب النهار والذى يخرج له هو ـ ح س الذى ينقصه من جيب النهار والعمل الى هذا الموضع منتظم وقد حصل له سهم الدائر فيما بين الوقت وبين نصف النهار وهو جيب معكوس اذا أخذ قوسه ونقصها من نصف قوس النهار للارتفاع الشرقى وزادها عليه للارتفاع الغربى حصل الدائر للماضى من اول النهار لكنه متى دام تقويس سهم فى الجيوب المستوية نظر فان كان اقل من الجيب كله نقصه من مائة وخمسين وقوس الباقى وهى التى سماها تعديل الجيب ونقصها من تسعين وان كان السهم اكثر من الجيب كله نقص منه مائة وخمسين قوس الباقى وزاد تعديل الجيب على تسعين فحصلت قوس السهم، ثم اعتبر بها حينئذ جهة

الارتفاعُ للزيادة على نصف قوس النهار والنقصان منه فقد علم ماسقط من المؤامرة وما حذف منها فيجب ان يقال فما خرج نقص من طول الجيب المحصى وأخذ الفضل بين ما يبقى وبين الجيب كله وهو تعديل الجيب ويقوس فان كان الفضل للجيب كله نقص قوس تعديل الجيب من تسعين وان كان الفضل لما يبقى زيد قوس تعديل الجيب على تسعين فما حصل بعد الزيادة او النقصان نظر الى الارتفاع فان كان شرقيا نقص من نصف قوس النهار وان كان غربيا زيد عليه فيحصل الدائر للماضى ٠

وقد تضمن زيج كند كانك هذا العمل على غاية الصحة فقال صاحبه اضرب جيب النهار فى قطر ظل نصف النهار واقسم ما اجتمع على قطر ظل الوقت فيخرج تعديل ينقصه من جيب النهار ونجعل ما يبقى قوسا معكوسا ء تقسمها على ستة فيخرج ما يبقى من دقائق الايام الى نصف النهار اوما مضى منه وشواهد صحته ظاهرة مما تقدم ٠

ثم قال ومتى اسقطت التعديل من جيب النهار فكان الباقى اكثر من الجيب كله فالق منه الجيب كله واجعل ما بقى قوسا مستويا وزد على دقائقها خمسة الف واربعمائة دقيقة فيجتمع ما بين الوقت بين نصف النهار وهذا يكون وقت قصور الماضى من النهار اوالباقى منه عن تعديل النهار لان التعديل الذى يخرج هو ــ ح س

فاذا

فاذا كان اقل من ـ م س ـ كان فضل ما بينه و بين ـ ط ع ـ اكثر من ـ ع د ـ فاذا القى منه ـ ع د ـ الجيب كله فى المدار كان الباقى وهو خـط من عند ـ د ـ اقل من ـ ط ذ ـ جيبا مستويا لقوس مبدؤها من قطر ـ دم ـ الى خلاف جهة ـ ع ـ اعنى نحو الافق فاذا زادها على الربع الذى من قطر ـ دم ـ نحو ـ ع ـ ودقائقه ماذكر اجتمعت القوس المطلوبة •

وكان يجب عليـه لتتميم القسمـة أن يقول ومتى اسقطت التعديل من جيب النهار فلم يبق شئ كان الماضى او الباقى مساويا لتعديل النهار •

ثم قال وان شئت فانقص جيب تعديل النهار من التعديل ان كان ميل الشمس شماليا او زده عليه ان كان جنوبيا واجعل الحاصل قوسا مستويا وزد عليها تعديل النهار ان كان الميل شماليا وانقصه منها ان كان الميل جنوبيا فيحصل الماضى او الباقى وذلك فى مثالنا الشمالى اذا نقص ـ س م ـ جيب تعديل النهار من ـ ح س ـ التعديل بقى ـ م ح ـ وهو جيب مستو لقوس اذا جمعت الى تعديل النهار اجتمع مابين نقطة الطلوع فى المدار وبين ـ ح ـ وذلك هو الماضى والجنوبى على قياسه بالزيادة، ثم قال فان لم يمكن القاء تعديل النهار من التعديل فاجعل التعديل قوسا معكوسا وهو الماضى •

واظن فى هذا سوأ عبارة من المترجم لان مثله لا يخفى على

برهمكويت وانما يجب ان تقوس فضل ما بينهما مستويا وتلقى تلك القوس من تعديل النهار فيبقى الماضى او الباقى واما يتشفر (١) فانه يأمر بضرب جيب النهار فى فضل ما بين قطرى الظل للوقت وظل نصف النهار وقسمة المجتمع على قطر الظل للوقت ليخرج لـه سهم الدائر بين الوقت وبين نصف النهار وذلك لانه فضل ما بين ترتيب الدائر وجيب النهار فى هذه الارباع اعمال لمعرفة قطر الظل للوقت من قبل الماضى من النهار مبنية على ما حكيناه فمن ذلك ما فى كون تلك غرو (١) الزيجات انه يزاد جيب تعديل النهار الشمالى على الجيب كله وينقص جيب تعديل النهار الجنوبى من الجيب كله فيبقى جيب النهار ويجعل فضل ما بين الماضى من النهار وبين نصف قوس النهار جيبا معكوسا ويلقى من جيب النهار ويقسم على ما يبقى مضروب جيب النهار فى قطر ظل نصف النهار فيخرج قطر الظل للوقت •

ومن عرف من تعكيس الأعمال ابدال الضرب والقسمة احدهما بالآخر والزيادة والنقصان كذلك والتقويس والتجييب لم تخف عليه هذه الاعمال التى هى عكوس المتقدمة •

وزاد برهمكويت فيه ان الدائر بين الوقت وبين نصف النهار ان كان اكثر من خمسة عشر اى ربع الستين فانقصه من ثلاثين اى نصفها واجعل ما بقى جيبا معكوسا وانقصه من ضعف الجيب كله •

---

(١) اكذ

وقال بلبهدر المفسر فيه انقص من هذا الدائر خمسة عشر واجعل ما بقي جيبا مستويا وزده على الجيب كله وكليهما يؤديان الى سهم ذلك الدائر ومن ذلك مافيه وفي كرن ساركاسر (١) الزيجات ان ينقص تعديل النهار الجنوبي من الماضي ويزاد عليه تعديل النهار الجنوبي ويجعل الحاصل جيبا ويزاد عليه جيب تعديل النهار الشمالي وينقص منه جيب تعديل النهار الجنوبي فيحصل جزء القسمة ويقسم عليه مضروب جيب النهار في قطر ظل نصف النهار فيخرج قطر الظل للوقت •

الباب الرابع والعشرون

في السمت ومطالعه

الارتفاع والظل والسمت يقترن في الوقت الواحد حتى يصير بكل واحد منها معلوما محدودا فالظل بمقداره مؤد الى معرفة الارتفاع ويوضعه ذلك على السمت لانه على فصل المشترك لسطحي الأفق ودائرة الارتفاع التي تجد موقعها من الافق كمية السمت وكما أن الوقت من النهار يصير معلوما بالارتفاع كذلك يصير معلوما بالسمت •

اذا عرف فليكن – اب ج د – فلك نصف النهار و – ن ه د نصف الأفق الشرقي للشمال و – اه ج – نصف معدل النهار على قطب – ط – وليكن – ع – موضع الشمس في الوقت وميلها – ع ل

(١) كذا

شمالى إلا فى الصوة الرابعة فانه فيها جنوبى وليمر عليه من ــ س
سمت الرأس دائرة ــ ه ح ز ــ من دوائر الارتفاع وليكن مقدارها
ع ف ــ فيكون ــ ه ف ــ سعة مشرقها و ــ ص ه ــ تعديل نهارها
ولندر على قطب ــ ز ــ وبعد ضلع المربع قوس ــ م ك ــ فمعلوم
انها بمقدار تمام زاوية ــ ز ــ والمعلوم عندنا هو سمت ــ ه ح
وميل ــ ه ل ــ وعرض ــ س ا ــ الذى بمقدار زاوية ــ ه ــ ولان
ه م ــ تمام سمت ــ ه ح ــ فان نسبة جيبه الى جيب ــ م ك ــ كنسبة
جيب ــ ه د ــ الربع الى جيب ــ د ج ــ تمام عرض البلد ــ فم ك
معلوم ونسبة جيب تمامه اعنى زاوية ــ ز ــ الى جيب زاوية ــ ه
كنسبة جيب ــ ه ح ــ الى جيب ــ ز ح ــ فز ح ــ ويسمى
الارتفاع الأوسط معلوم ونسبة جيب ــ زس ــ تمامه الى جيب
س ا ــ كنسبة جيب ــ زع ــ تعديل الارتفاع الى جيب ــ ع ل
ميل الشمس فتعديل الارتفاع معلوم فاذا جمعناه الى الارتفاع الأوسط
فى الميول الجنوبية حصل ــ ع ح ــ ارتفاع الشمس وعند عدم
السمت أو عدم الميل يكون الارتفاع الاوسط هو المعدل نفسه فقد
تبين طريق استخراج الارتفاع من السمت ٠

فاما معرفة الماضى من النهار من قبل السمت فان نسبة
جيب ــ ه ح ــ السمت الى جيب ــ ه ز ــ المحفوظ كنسبة جيب
زاوية ــ ز ــ الى جيب زاوية ــ ح ــ القائمة فالمحفوظ معلوم

ونسبة

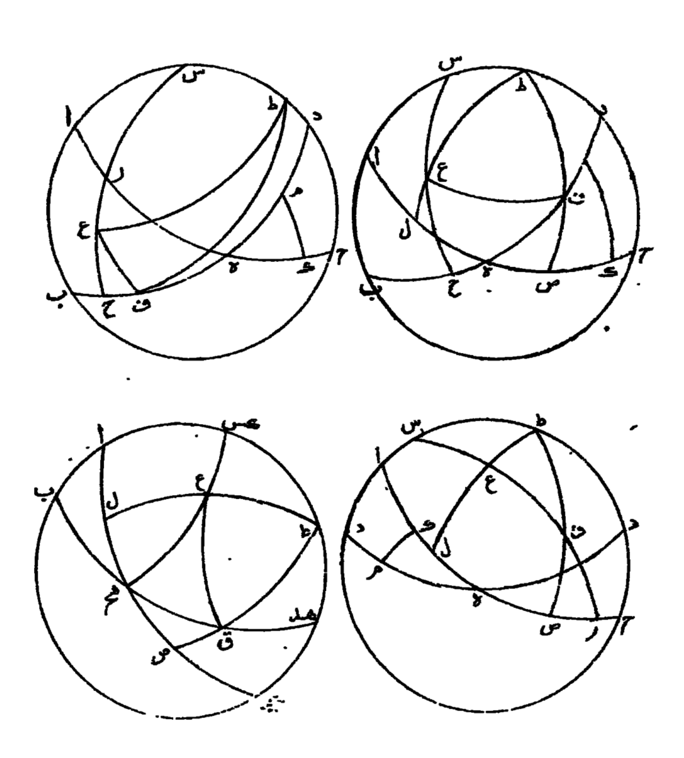
ونسبة جيب ـ ع ز ـ تعديل الارتفاع الى جيب ـ زل ـ كنسبة جيب ـ ع ط ـ تمام ميل الشمس الى جيب ـ ط س ـ تمام عرض البلد ـ فزل ـ معلوم فان كان السمت فى جهة واحدة كما فى الصورة الاولى والرابعة جمعنا ـ ز ل ـ الى المحفوظ وان كانا فى جهتين مختلفتين كما فى الصورة الثالثة اخذنا فضل ما بين ـ زل ـ والمحفوظ فيكون الحاصل هو ـ ه ل ـ المطالع الوسطى •

فاما عند عدم السمت فبعدم المحفوظ فيكون ـ ز ل المطالع الوسطى واما عند عدم الميل فيعدم ـ ز ل ـ ويكون المحفوظ هو المطالع الوسطى لكن الدائر هو ـ ص ل ـ فى معدل النهار وقع فى المدار فيجب ان يزاد ـ ص ه ـ تعديل النهار فى الميول الشمالية على المطالع الوسطى وينقص منها فى الميول الجنوبية كما فى الصورة الرابعة ليحصل الدائر الماضى فى السمت الشرقى او الدائر الباقى فى السمت الغربى •

وأما عدم الميل فالمطالع الوسطى بعينها هو الدائر لعدم تعديل النهار حينئذ وذلك ما أردنا ان نبين •

وسمت الظل مساو لسمت الشمس فى المقدار ومخالف اياه فى الجهة لانهما ابدا يكونان من القطر فى جهتى نهايتيه أو فى ربعين متقابلين •

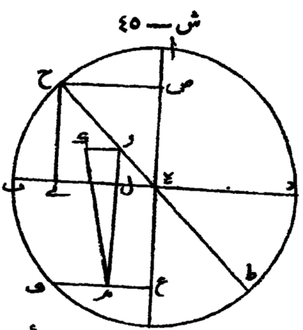
ش — ٤٤



ومتى احتيج اليه من قبل الظل والارتفاع فليكن له
اب ج د ـ دائرة الافق و ـ ب ـ فيها جهة المشرق ـ و ـ ا ـ جهة
الجنوب وقطر ـ ح ه ط ـ الفصل المشترك بين سطحي الافق ودائرة
الارتفاع

الارتفاع و ـ ح ـ منه فى جهة الشمس فيكون ـ ب ح ـ بعد سمتها عن المشرق الى الجنوب فى مثالنا و بعد سمتها عن خط نصف النهار ـ اح ـ ولامحالة ان استقامة الظل على قطر ـ ه ط ـ وطرفه من ـ ه ـ نحو ـ ط ـ فط د ـ المساوى ـ لح ب ـ هو بعد سمت الظل من المغرب نحو الشمال ولنفرض ـ ه ز ـ مساويا لجيب تمام ارتفاع الشمس فانه بذاته أومن جهة الظل معلوم ونقيم على سطح الأفق عمود ـ ز ك ـ مساويا لجيب الارتفاع ونخرج ـ ز م ـ عمودا على ـ ب ع ـ الفصل المشترك لسطحى الافق والمدار ونصل ـ ك م ـ فيكون ـ ك م ـ مثلث النهار ونسبة ـ ك ز ـ فيه وهو جيب الارتفاع الى قاعدة ـ د م ـ كنسبة جيب زاوية ـ م ـ التى بقدر تمام العرض الى جيب زاوية ـ ك ـ التى بقدر العرض ـ فزم ـ معلوم و ـ زل ـ حصة السمت معلومة لانها مجموع ـ زم ـ الى ـ م ل ـ جيب سعة المشرق فى الميول الجنوبية وفصل ما بينهما فى الميول الشمالية وسمت ـ ح ب ـ جنوبى الا أن يكون الفضل لجيب سعة المشرق على قاعدة ـ ز م ـ فحينئذ يكون شماليا ومهما تساويا كان السمت على خط الاعتدال ولمعرفة بعده عن خط الاعتدال فى نسبة مربع ـ ه ز ـ الى مربع ـ زل ـ كنسبة مربع ـ ه ح ـ الى مربع ـ ح ى ـ لتشابه مثلثى ـ ه ز ل ـ ه ح ى ـ فاذا ضربنا حصة السمت فى مثلها والجيب كله فى مثله ثم اخذنا المجتمعين منها فى

الآخر وقسمنا المبلغ على مضروب جيب تمام الارتفاع فى مثله واخذنا جذر ما يخرج من القسمة كان ـ ح ى ـ جيب بعد سمت الشمس عن المشرق وبعد سمت الظل عن المغرب يساويه وان اردنا بعد السمت عن خط نصف النهار ضربنا كل واحد من حصة السمت وجيب تمام الارتفاع فى مثله والقينا الاقل من الاكثر منهما ثم ضربنا ما بقى فى مضروب الجيب كله فى مثله واخذنا جذر ما يخرج من القسمة فكان ـ ح ص ـ جيب بعد سمت الشمس عن الجنوب نحو المشرق ويساويه بعد سمت الظل عن الشمال نحو المغرب وذلك ما اردناه ٠



ومما يشبه هذا عمل لم يسند الى صاحبه مأخوذ من الاستقراء وهو أن ينقص ظل نصف النهار من الظل الموجود فى الوقت ومما يبقى اجزاء المقياس الاثنا عشر فان بقى بعد ذلك ستون فقد مضت ساعة وان بقى اربعة وعشرون فساعتان وان بقى اثنا عشر فثلاث ساعات وان

بقى

بقى اثنان وخمسون فاربع ساعات وان لم يبق الاظل الزوال وظل العود فهو خمس ساعات .

وللهند عمل كذلك يحفظونه بالوزن ويستخرجون بـه بدل الساعات المعوجة مهورت (١) وهو الجزأ من خمسة عشر من النهار او الليل وقد وضعنا ما فى شعرهم فى هذا الجدول .

ش — ٤٦

الماضى قبل نصف النهار	ا	ب	ج	د	ه	و	ز	
زيادة الظل فى الزوال	صو	سه	س	و	ه	ج	ب	ه
الماضى بعد نصف النهار	لا	كج	س	يا	يه	ط	ط	

ومتى نقص من مهورت خمسها تحولت ساعات معوجة كما انه اذا زيد على الساعات المعوجة ربعها تحولت مهورت .

وطالعت فى زيج لقب بالهارونى انه اذا ضرب قطر ظل نصف النهار فى مائة وخمسين وقسم المبلغ على قطر الظل لوقت القياس وقوس ما خرج فى كردجات الجيب وأخذ لكل كردجة ساعة كانت الساعات الماضية أو الباقية .

وليكن له ـ ا ج ـ خط نصف النهار و ـ ه ـ مركز الافق و ـ ل ع ط ـ مثلث النهار و ـ ل س ح ـ مثلث الوقت و ـ ط س

---

(١) كذا .

من الفصل المشترك بين سطحى المدار والافق وليكن رأس المقياس
ه ـ فى الافق وطوله من خط الانتصاب ـ ه ص ـ وكل واحد من
ص ى ـ ص ك ـ قطر ظل نصف النهار وقد تقدم ان نسبة المقياس
الى قطر الظل هى نسبة جيب •

الباب الخامس والعشرون

فى حكاية آراء الأئمة فى اوقات الصلوة وما يضطر اليه
فى تحقيقها •

الشمس علم للمواقيت ولان الحرنانيين والهند والمجوس
وكل من عظم الانوار جعلوا اوقات طلوعها وغروبها وتوسط السماء
اوقاتا للسجود والعبادة اذ طلوعها هو وقودها وتوسطها السماء هو
كمالها وغروبها وداعها وكلهم على ملل لم يشهد الاسلام بصحتها
وقتا فى مواضى الازمان فان الصلوة فى الأوقات الثلاثة المذكورة
حرمت علينا للتميز عنهم، وقيل ان الشمس تطلع بين قرنى الشيطان
بمعنى ان اصحابه يعبدون الشمس وقتئذ فكأنه يطلعها عليهم لاغوائهم
دون ما قيل من صد الشيطان اياها عن الطلوع والغروب حتى تحرقه
فان ذلك يستحيل فى المعقول ولا يليق بقضايا الملكوت والقرون
هى النواحى وتضاف الى الشمس فيقال طلع قرن من قرونها كما
تضاف اليها اسماء غيرها فيقال عين الشمس ووجهها ورأسها، واظن
تسمية ما بين الظل والصبح مقيل الشيطان لمثل ذلك اذ هو شبيه

الأولى زوال الشمس عن كمالها والصلاتان اللتان على طرفى النهار والليل احداهما قبل طلوعها والأخرى بعد غروبها فى وقتى غيبة جرمها ومن اجل انه لا يعد منها فى تعرف الأوقات لانها بسبب العدد الواقع على الزمان جعل من شعاعها الصبح الناشر للناس فى التصرف علامـة وقت صلوة الفجر نظير صلوة العتمة التى وقتها غيبة الشفق المقابل للصبح فى السبب والـكون وصلوة المغرب لأول الليل ولم يجعل لأول النهار صلوة لماذكرنا من عكوف عباد الشمس فيه على عبادتها وأبدل بها صلوة العصر فى النصف الآخر من النهار فصلاتا الفجر والعتمة على شعاع الشمس والمغرب على جرمها والظهر والعصر على عدم شعاعها أعنى الظل واليها يتصرف الـكلام فيما نحن فيه •

فاما تحديد أوقاتها من جهة الآثار فقد ورد الخبر فيها عن النبى صلى الله عليه وسلم (ان جبريل اتانى عند باب الـكعبة مرتين فصلى بى الظهر حين كان الفىء مثل قيد الشراك ثم صلى العصر حين كان ظل كل شئ مثله ثم صلى المغرب حين وقعت الشمس وافطر الصيام ثم صلى العشاء حين غاب الشفق ثم صلى الصبح حين طلع الفجر وحرم الطعام على الصائم) •

(وفى اليوم الثانى صلى بى الظهر حين كان ظل كل شئ مثله كوقت العصر بالامس ثم صلى العصر حين كان ظل كل شئ مثليه ثم صلى المغرب لوقتها بالأمس ثم صلى العشاء الآخرة عند ما ذهب

ثلث الليل والصبح عند ما اسفر) وقال ان الصلوة فيما بينهما ٠

وكتب عمر بن الخطاب الى عماله فى سنة سبع عشرة للهجرة ان صل الظهر اذا كان الفىء ذراعا الى ان يكون ظل احدكم مثله، والعصر والشمس مرتفعة بيضاء نقية قدرما يسير الراكب فرسخين أو ثلاثة، والمغرب اذا غربت الشمس، والعشاء اذا غاب الشفق الى ثلث الليل، والصبح والنجوم بادية مشتبكة ٠

وكتب الى ابى موسى الاشعرى ان صل الظهر اذا زاغت الشمس، والعصر والشمس بيضاء نقية قبل أن تدخلها صفرة والمغرب اذا غربت الشمس، واخر العشاء مالم تنم، والصبح والنجوم بادية واقرأ فيها سورتين طويلتين من المفصل ٠

على انه روى عنه فى الافطار ان لا تفطروا حتى تروا الليل على الظراب اى حتى تسبل ظلمة الليل على الجبال الصغار وكان الواجب ان يشير الى الكبار فان الصغار من توابعها ويمكن ان تغيب الشمس عن الصغار وضياؤها يلمع على ذرى الكبار ٠

وقيل ان جعفر بن محمد الصادق سئل عن أوقات الصلوات فقال ان الله جعل أوقات الصلوات عند العلامات الحادثة فى السماء وتغير الحالات التى فى الفلك ليقع العيان من ذلك على حدود معروفة معلومة تتميز عن غيرها بفضلها وفضيلة السبق اليها وارتصاد آوانها وارتقاب وجودها فجعل وقت المغرب عند غروب الشمس والعتمة

عند غيبة الشفق والغداة عند طلوع الفجر والظهر عند زوال الشمس وتحولها من جانب المشرق الى جانب المغرب اذا فاء الظل ووضع وقت العصر اذ ليس له فى السماء علامة كظاهر هذه الأربع العلامات فحد لها حدا غير مضيق فيه •

وقال بين أن يصير ظل كل شئ مثله الى مثلها ثم قد مهامرة فجمع بين الظهر والعصر، واخرها آخر فقال صلها ما دامت الشمس بيضاء نقيـة •

وروى عنه ايضا انـه قال فروض الصلوات فى الساعات الافراد الظهر فى اول السابعة والعصر فى اول التاسعة والمغرب فى أول الأولى والعتمة فى أول الثالثة والغداة فى أول الحادية عشر •

وأما من جهة التنزيل فقد قال الله تعالى (اقم الصلواة طرفى النهار وزلفا من الليل ان الحسنات يذهبن السيئات) لـكن النهار زمان وطرفا الزمان المفصول آنان كما هما للخط نقطتـان والآنات غير متسعة لايجاد الفعل وقضاء الفرض، واقامة الصلوة فى زمان ملاصق للطرف منسوب اليه والنهار غير منقسم بالفعل الا بالنصفين عند اعتلاء الشمس ثم ليس لسائر كسوره علامة وانمـا يستند فيها الى الوهم فطرفا النهار اذن نصفاه ثم النهار وان كـان بالطبع مفتتحا بطلوع الشمس فقد اجرى فى الفقه على أول وقت الصوم، وصلوة الفجر واقعة فى احد طرفيه والظهر والعصر فى الطرف الآخر والمغرب والعتمة

فى الليل •

وقال تعالى (فسبح بحمد ربك قبل طلوع الشمس وقبل غروبها) وهما قسما اليوم فما قبل طلوعها هو المغرب والعتمة والفجر وما قبل غروبها الظهر والعصر وما بعد ذلك تكرير للأمر وتفصيل لبعض المجمل ويجوز أن يكون ما قبل طلوع الشمس الفجر وما قبل غروبها العصر وما فى آناء الليل المغرب والعشاء واطراف النهار الظهر لانه ملتقى النصفين المستحقين اسم الطرف، وقال (فسبح بحمد ربك حين تقوم ومن الليل فسبحه وادبار النجوم) فالقيام من القيلولة وقد تضمن الظهر والعصر معا لاتصال وقتيهما وتضمن الليل المغرب والعتمة لان الجمع بينهما (١) وحصل الفجر عند ادبار النجوم وقال تعالى (اقم الصلوة لدلوك الشمس الى غسق الليل وقرآن الفجر) والزمان المبتدئ من زوال الشمس الى ان يقب الغاسق مشتمل على جميع الصلوات ما خلا الفجر فلذلك خصه بالذكر •

وقد ذهب قوم فى الدلوك الى انه الغروب معتلين فيه بذلك العين لاستتار الشمس حينئذ وما استحسن هذا الوجه لان الشمس وقت الطلوع والغروب ابين ما تكون لذهاب شعاعها الذى يسد له البصر فانى يحتاج الى دلك البصر ان لم يكن من العشاء لئن صحت هذه العلة لم تعد الظهيرة لقوة شعاع الشمس ولاضطرار العين الى الدلك عند القيام من نوم القائلة حتى يستقيم النظر •

---

(١) كذا فى الاصل •

فلنذكر

فلنذكر الآن ما قالوا فى اسامى الصلوة لانها مضافة الى اوقاتها فالظهر من الظهيرة وهى شدة الحر وغلبته مأخوذة من الظهير وهو البعير القوى الظهر ولان الشمس بانبساط شعاعها فيه أظهر ما يكون والعصر هو العشى ويحمل على الغداة ايضا فيسميان عصرين كما يسمى الليل والنهار عصرين ايضا، قال النبى صلى الله عليه وسلم لفضالة الزهرانى، حافظ على العصرين ولم يكن ذلك من لغته فسأله عنهما فقال صلوة قبل طلوع الشمس وصلوة قبل غروبها وانما جمع بينهما فى القول لانهما بالحقيقة من النهار والليل متقاطرين متشابهين للوقتين كما قيل للغداة والعشى الأبردان، وقال حميد بن ثور •

فلا الظل من برد الضحى تستطيعه ولا الفىء من برد العشى تذوق

ويتعذر التوجيه لذلك الا فى شتاء يقعه صرود جدا •

وقيل فى صلوة العصر ان العصر هو القتل لاخراج الشىء فكأنها تقتل وتعصر بالتأخير•

وذهب قوم فى الظهر الى انه سمى لاستواء الشمس على ظهر القبة وان زوالها عنه كذها بها الى السجود لله تعالى ولذلك صار وقتا للصلوة فى العصر انه لانعصار الشمس من محدودب القبة وحصولها فى الانحطاط على موضع الركوع •

وأما العشاء فبعد العشى الذى هو من الزوال الى المغيب فانه من غروب الشمس الى مضى صدر من الليل واصله استقبال

الظلمة لان عاشى النار يكون فى الظلمة •

وقد سميت صلوة المغرب بالعشاء الأولى لكونها فى أول المدة المذكورة و سميت صلوة العتمة بالعشاء الآخر لانها فى آخر تلك المدة متأخرة الى استحكام الظلمة بغيب الشفق والاعتام هو التأخر •

وكره الشافعى ومالك ان تسمى هذه الصلوة بالعتمة لان الله تعالى سماها صلوة العشاء وان اتجه الاسم بالسواء على اولاها والأخرى ولكنه ورد فى الخبر (لا يغلبنكم الاعراب على صلاتكم) هى العشاء إلا أنهم يعتمون الا بل•

ولنعد على اوقات الصلوات ونقول ان الصلوات المكتوبة تنقسم بالتحقيق الى قسمين اولين نهارية هى عجماء يخافت فيها الاما استثناه الدليل من الجمع والعيدين عند ظهور الاسلام وانخزال المشركين لان سبب المخافتة كان استتار النبى عليه السلام مع المؤمنين فى بيت وشدة ايذاء المشركين اياه وليلية يجهر فيها بالقراءة وصلوة الفجر مخصوصة بذكر ذلك لئلا يتشكك فيها للعادة العامية فى تعديد وقته من جملة الليل •

فاما الصلوات الليلة فاولها صلوة المغرب واول وقتها غروب الشمس وغروبها هو غيبة تمام قرصها تحت الأرض دون حاجز بينها وبين الناظر مما تناعن وجه الأرض أووقف بينها وبين السماء وليس

لوقتها

لوقتها عند الشافعى مدة يحتمل تأخيرها فيها الى آخرها وانما وقتها وقت واحد هو مقدار مايصلى فيه المغرب بعد غروب الشمس •

واما عند ابى حنيفة وصاحبيه فلوقته اول هو غروب الشمس وآخر هو مغيب الشفق الا ان الشفق عند ابى حنيفة هو البياض وعند ابى يوسف ومحمد بن الحسن والشافعى هو الحمرة وذهب احمد ابن حنبل للاحتياط فى آخر اوقات المغرب الى انه الحمرة فى الفضاء والصحراء والبياض فى العمران بين البنيان لان الحمرة تلاصق الافق فتسترها السواتر •

وذهب مالك الى انه طلوع الفجر فصار مابين مغيب الشفق وطلوع الفجر مشتركا لصلاتى المغرب والعشاء •

والصلوة الثانية من صلوات الليل هى صلوة العتمة واول وقتها عند الجميع مغيب الشفق على اختلافهم فى ماهيته وآخره طلوع الفجر وتأخيرها الى ثلث الليل اونصفه من جهة الافضل لامن جهة الوقت •

والصلوة الثالثة من صلوات الليل هى صلوة الفجر واول وقته طلوع الفجر الثانى بعد الصبح الكاذب ولم يختلفوا فى الفجر انه البياض المنبسط على الافق بالعرض بعد المستطيل القائم عمودا عليه المشبه بذنب السرحان، وقيل الخضرة التى تسبق طلوع الشمس كما اختلفوا فى الشفق وان كان ماينهما من التباين انما هو من اجل الوضع

من الشمس فى جانبيها ومن الافق فى نواحيه •

وانما اختلفوا فى الأفضل فذهب الشافعى فيه الى التقليس نزرا القصرعن ذراع واما أن يكون الذراع للزيادة دون نصف النهار نفسه والافسد الأمر باختلاف الزمان والمكان •

والوجه الأول اولى بالخبر المتقدم وأليق به من جهة انه لم يذكر للعصر فىء الزوال مع المثل والمثلين فاتضح ان الوقت كان يقتضى انتقال الظل واضمحلاله وانه لماظهر منه قدر الشراك كان دليلا على الزوال ولو كان له حينئذ قدر لذكر مع المثل والمثلين فهى فى أكثر البلاد يزداد فى الزوال على المثل فى اكثر ايام السنة فاذا لم يلحق به ذكره كان الزوال أول وقت العصر بل ربما بطل وقت الظهر بعدم آخره الذى هو فى مشهور الروايات عن ابى حنيفة حين يصير ظل كل شئ مثليه بعد فئ الزوال،وروى عنه ايضا بدل المثلين مثلا واحدا وهو قول ابى يوسف ومحمد والشافعى ايضا •

والصلوة الثانية صلوة العصر وأول وقتها آخر وقت الظهر ولذلك يتعلق بكون ظل كل شئ مثليه بعد فىء الزوال عند ابى حنيفة فى الرواية المشهورة اومثله فى الرواية الاخرى وعند ابى يوسف ومحمد والشافعى •

وروى عن ابى حنيفة فى بعض الروايات ان الظل اذا صار

مثل الشيء بعد فيء الزوال فقــد خرج وقت الظهر ولا يدخـل وقت العصر مالم يصر الظل مثلى الشيء بعد فيء الزوال ولكن الرواية ليست بمشهورة ووقت العصر عند الشافعى قائم الى ظل المثلين فمن تجاوزه فانه وقت الاختيار •

وحكى عن عطاء وطاؤس ومالك فى آخر وقت العصر وهو ظاهر التنزيل فى قوله تعالى (اقم الصــلوة لدلوك الشمس الى غسق الليل) بل تجاوزها ايضا الى ظلام الليل وبهذا صار من لدن زيادة الفيء مثلا واحدا الى الغروب مشتركا للظهر والعصر وما قبله محضا للظهر •

فأما الأوقات التى فيها تحرم الصلاة فهى عند كون الشمس على الأفق وفلك نصف النها كما قد منا ذكره •

وأما أوقات الكراهــة فعند احمرار الشمس واصفرارها بعد طلوعها الى ان يصفو لونها ويذكو شعاعها كذلك قبل غروبها على أن يكون اعتبار الصفرة فى جرمها دون شعاعها الواقع عـلى الحيطان اوذرى الجبال وكذلك تحرم النافلة على من صلى الصبح الى طلوع الشمس وعـلى من صـلى العصر الى غروبها ولا تحرم الفريضة ان لم يكن صلاها •

وقد جاء فى الأثر (لا تؤخروا الصلوة الى شرق الموتى) فقال ابو عبيد انه الوقت الذى ترتفع فيه الشمس على الحيطان وتقع على

القبور عند غيارها ومتى كانت ناحية المغرب منكشفة الأفق عن السواتر فى بلد وكانت القبور عنه فى ذلك الجانب وكان فيه ماذكر وقصر الأمر على صلوة العصر والافلا على أن هذا ليس من الشروق حتى يتجه على صلوة الغداة ولاهو مقصور على العصر دون سائر الصلوات وانما هى من الشرق بالحريض وربما تقطر فى الحلوق عند أواخر النزع وبه تناولهم اسم الموت وهذا انما هو أمر بان لاتؤخر صلوة من الصلوات بالعموم الى آخر اوقاته الشبيه بآخر زمن المائت الذى فيه زوال التكليف،وانما يجب أن يصلى فى اوسع اوقاتهنا الشبيه بالحياة وقبل أن تموت الشمس حمرتها وضعفها الذى قيل له فى ذلك الوقت انه شرق الموتى يدل على ذلك قوله عليه السلام(صلها مادامت بيضاء نقية وهى حية) فاذا كان البياض حياتها كانت الحمرة موتها أونزعها أن كان الغروب احق بوفاتها ومنه الموت الأحمر .

قال الشاعر

حتى اذا المنظر الغربى جاد دمـــا من حمرة الشمس لما اغتالها الأفق

فهذه آراء السلف من ائمة الاسلام فى اوقات الصلوة

ومن الشيعة من يعد أوقات الشفق فى جملة النهار كما يعد غيره اوقات الفجر فى جملته ايضا ويجعل وقت صلوة المغرب مغيب الشفق ووقت صلوة الفجر طلوعه ووقت صلوة العتمة نصف الليـل وروى عن

أئمتهم

أعتهم قولهم امهلوا بالمغرب حتى تغرب الشمس فانها تستتر عليكم بالجبال، ومنهم من يعتبر أول الليل برؤية الكوكب فيجعلها وقت صلوة المغرب وانقضاء الصوم كأنه يجعل اقبال النجوم بازاء إدبارها •

وقالت الزيدية صلها مع ذهاب الحمرة واذا رأيت كوكبا فصل وافطر فان الله يقول (فلما جن عليه الليل رأى كوكبا) قال وليس جنون الليل من شرط كون الليل تعلق به الافطار •

وقالت الغالية منهم اذا طلع الفرقدان فصل وافطر ومن علم ان الكواكب الثابتة مختلفة الاعظام تحقق ان رؤيتها مختلفة الوقت بل اذا كان المشترى قريبا من الحالة المسماة طرف الليل رؤى مع غروب الشمس لانه فى السواد الذى يبدو من المشرق حينئذ وهو اول ظلام الليل، فاما الزهرة فانها اذا كانت فى ابعد أبعادها من الشمس الى توالى البروج رؤيت قبل غروب الشمس فاعتبار الليل برؤية الكواكب رأى ركيك لا يعتد به •

واما اصحاب ابى عبدالله بن كرام فقد شاهدت منهم من يريدان يتخذ فى وقت العصرين ذلك سبيلا متوسطا ليأخذ بأوساط الامور ولم يكد يقطع على هذه الواسطة أيجعلها للظل فتكون زيادة على فئ الزوال مثلا واحدا ونصف مثل ام يجعلها للوقت المتوسط بين وقتى الرأيين فيه فكل واحدة من واسطتى الظل والوقت تخالف الأخرى بالزمان وان اتفقتا مرة فباتفاق •

واما الكتب التى تضمنت اختياراتهم فى الفقه فلا تنطبق الا برأى ابى حنيفة فى زيادة المثلين •

ومن القاب الصلوة الأولى والوسطى فاما الاولى فلم يختلفوا فى انها صلوة الظهر لانها اولى صلوة فى النهار واولى ما فرضت وصليت وقيل اظهرت واولى ما وقع الترغيب اليه فى قوله تعالى (اقم الصلوة لدلوك الشمس)، ومنها ابتداء التعديد كما تقدم فى الخبر الوارد فى تعليم جبريل فى اوقات الصلوات وحتى انه حكى ان عامل الطائف سأل اعرابيا للاعنات عن كمية ما يصلى فى يوم وليلة فقال •

ان الصلوة اربع فاربع ثم ثلاث بعدهن اربع
ثم صلوة الفجر لاتضيع

فابتدأ فى التعديد بالظهر لانها مشتهرة بالاولى •

واما الوسطى فقد اختلفوا فيه وخرجوا لها وجوها بلغ بعضها حدالضحكة حتى قيل ان معنى الوسطى هو الكبرى لفضيلتها وزيادة ثوابها وحملها كل واحد منهم على صلوة صلوة من المكتوبات سوى العتمة فقد اغفلوها فيها •

وحكى عن على ابن ابى طالب وابن عباس وقتادة ومجاهد ان الوسطى هى صلوة الغداة وذهبوا فيه الى ان قرآن الفجر مشهود يجتمع عليه ملائكة النهار مع ملائكة الليل فتكون واسطة

بينهم

بينهم وانها فردة لا تجتمع مع غيرها فتزدوج كجمع الظهر والعصر بعرفات وجمع المغرب والعتمة بالمزدلفة وللافراد فضيلة على الازواج واستدل الشافعي فيها بذكر القنوت معها ولا يكون القنوت الا فى صلوة الصبح والأخذ هاهنا باللفظ دون المعنى يوجب القنوت فى جميع الصلوات لقوله تعالى (أمن هو قانت آناء الليل ساجدا) وذهب جابر بن عبد الله انها بين الظلام والضياء فهى وسطى بين الخيطين وحكى عن علي بن ابي طالب فى امرها انها وسطى بين صلاتى النهار وصلاتى الليل وهذا موهوم انه لم يروقتها من ليل ولا من نهار كما عليه من جهة دياناتهم فى مدتى الفجر والشفق فانهم يجعلونها واسطتين فيما بين النهار والليل ولا يعدونهما من احدهما، وذهب عبد الله بن عمر فى الوسطى الى انها صلوة الظهر لانها فى وسط النهار •

وزعم آخرون ومنهم قبيصة بن ذويب انها صلوة المغرب لانها وسطى فى الطول الذى هو اربع ركعات وفى القصر الذى هو ركعتان وانها حاذت فضيلة الفردية بالعدد واجتماع ملائكة النهار والليل عليها وان دلوك الشمس طرف وقتها وتركوا العتمة جانبا وهى الوسطى من صلوة الليل •

واما الرأى الصائب فيها فهو انها العصر لاشتهارها بالوسطى حتى صار ذلك لها بين الجمهور نعتا ولقبا ولانها واسطة بين صلاتى

النهار فصلاتى الليل على رأى من يجعل ابتداء النهار من الاصباح •

فاماسبب تخصيصها بالذكر فليتكرر الامر بالمحافظة عليها لان وقتها على موجب عادات الناس مقصور على الاشتغال والاهتمام لختم حاجات النهار وافتتاح حاجات الليل ومثل ذلك حقيق ان يذهل عنها •

وقد روى ان النبي صلى الله عليه وسلم صلى بنا العصر ثم قال ان هذه الصلوة عرضت على من كان قبلكم فضيعوها الامن حافظ عليها منكم يؤتى اجره مرتين وايضا فمن جهة ان اوقات سائر الصلوات ذوات علامات اذا بدت عمت الناس كالاصباح وانتصاف النهار وغروب الشمس ومغيب الشفق وليس امر الصلوة الوسطى كذلك لان علامته بالصدور ضده وفى الزوال وحفظ عدده فالامر العام بالمحافظة على الصلوات هو يفعلها اذا حاز وقتها وبدأت اماراتها واشراطها والعصر داخلة فيها والأمر الخاص بها متجه على تطلب وقتها وتربص علاماتها •

ونحن وان استغنينا عن اوقات صلوات سائر الملل فان ذكرها نوع من المعارف لاتضر الاحاطة به وصلوات اليهود على خلوما عندهم من اسفار موسى عليه السلام الخمسة عن الامر بالصلوة مقصورة عن الليل وهى ثلاث اولاها لغروب الشمس والثانية فى السحر والثالثة عند الصبح اذا ظهر الخيط الابيض من الاسود وكل

واحدة

واحدة ثمان عشر ركعة، وصلوات النصارى سبع هى لنصف الليل والاصباح والضحى ونصف النهار والعصر والغروب والعتمة •

وصلوات الثانية للصديقين سبع اولاها صلوة العمود فى نصف النهار سبع وثلاثون ركعة وفى يوم الاثنين ينقصان ركعتين ثم العصر احدى وعشرون ركعة ثم العتمة خمسة وعشرون ركعة ثم نصف ساعة من الليل مثلها ثم نصف الليل ثلاثون ركعة ثم الفجر خمسون ركعة ثم البشير فى آخر الليل واول النهار ستة وعشرون ركمة والساعون منهم المشتغلون بالدنيا يصلون اربع صلوات هى الظهر والعشاء والفجر وطلوع الشمس •

وصلوات المجوس ثلاث كما قلنا على استقبال الشمس ويصلون للقمر فى كل شهر مرة وعند النار للنار (١) •

فلنذكر الآن ما يضطر اليه القيم باوقات الصلوات ويقول اما اذا كان الأمر على ما وصفنا فان ادلة الصلوات تكون من آثار اضداد ازمانها اعنى ان المرجع فى صلاتى النهار الى الظل والظل من حيز الليل وان كان الشمس دليلا عليه والمرجع فى صلوات الليل الى الفجر والشفق وهما من حيز النهار لاجل الضياء فاذا تأمل منصف حال ظل نصف النهار علم انه لا يحصل للمنتدب له الا رصدا يواظب على مراعاته كل يوم طول ايام السنة حتى يخرج منه ظل العصر فيها بما اختاره فيه من اقاويل الائمة وعلى تعذر

---

(١) كذا

الأمر فى وجود اقصر اظلال اليوم رصدا من غير قانون فيه علمى يعمل عليه فانه ان اثبت مقادير افياء الزوال لايام السنة اختلفت عليه عند العود اذا اخذ فيها بالسنة القمرية وامتنع عليه ضبطها الافى السنة الشمسية فان اراد انقيادها اضطر الى استعمال شهور الروم ومعرفة الكبايس فيها فان لم يرض بالتقليد بلغ به الأمر الي علل الأيام المقسومة لشهورها فتجاوز ذلك الى استواء مسير الشمس فى فلك الأوج والى اختلافه عندنا والى كيفية استخراج ذلك ورصده بالحلق والآلات .

ثم من الممكن الذى ليس بامـلى (١) ان يفوت المؤذن المحقق ظل نصف النهار يوما اوايام متوالية لحالات فى ذاته اوخارجة عنه غير محصورة اوضرورية من علل فقد كنت ارصد بغزنة ارتفاعات انصاف النهار لمستعجل بحاجة ممن لايؤمن تكليفه مالا يطاق فاتفق من السنة ايام متوالية قارب عددها العشرين وكانت السماء فيها مسحية الى قريب من الزوال فاذا كاد ان يبلغ الوقت المطلوب اتت سحب متفرقة وتنضم فتتصل وتفوتنى مقصودى وتمطر فى الاكثر حتى اذا مضى من نصف النهار ساعة انجلت وصفا الجو .

فاذا اتفق له مثل ما حكيت لم يتمكن من ظل العصر مع فوات فىء الزوال واضطر الى عمله فاما ان يتولاه واما ان يقلد

(١) كذا

فيه اصحاب الصناعة وماوراء هذين القسمين فهو جهالة وتيه
وضلالة •

ثم يقول ان نصف النهار الذي يصافيه وقت صلوة الظهر
لايعرف الابأحداربعة اوجه واما منتصف زمان ما بين الطلوع
والغروب، واماوقت سمت ما بين المشرق والمغرب، واما تناهي الشمس
في علوها في ذلك النهار، واما مقدار ظله الا قصر فامارصد الظل
والارتفاع بآلاتهما فهو امرصناعي لاتخفى مزاولته على من شذا
شياء من امرهما فضلا عمن طالع كتابنا هذا •

واما معرفة سمت ما بين المطلع والمغيب اعني خط نصف النهار
فهو أعظم هذه الوجوه جدوى وقد مرفي استخراجه بالطرق الصناعية
مافيه كفاية وهي في ذاتها العملي وتصحيحها البرهاني محتاجة
الى قطعة وافرة من صناعتي التنجيم والهندسة بل متخطية الى قطوع
المخروطات التي سماها بعضهم لاعتياصها هندسة روحانيه •

واما ما يتعلق بالزمان فقد علم ان الحزر فيه كما يذهب اليه
اكثر المؤذنين غيرموثوق به فليس يرجع التخمين الى قانون يمكن
صاحبه أن يقيم عليه عند من خالفه فيه شاهدا وبرهانا، والناس
متفاضلون في رتب الحدس والتفرس لاختلاف طبايعهم وللتدرب
فيه باكثاره والمواظبة عليه اعظم حظ لولا انه تلحق الحيلة الانسية
ما يفسد الفكرة وهو ان الانسان وان اشتغل بمراعاة امر ما عمليا كان

او نظريا فلن يخلو من افكار وتذكار احوال يدوم خطرها على قلبه ومرورها كمياه النهر على بالة ولبة وهى جنس احد أنواعه الرؤيا والكلام فيها يطول وليس يمكن اخلاء القلب عنها واكراه القوة المتخيلة على تركها الالحظة بل آنا ثم يعود اليها، ويكفينى شاهدا عليه تتعتع اكثر من يذهب مذهب الشافعى فى افتتاح الصلوة وعجيب توسوسهم فى تجريد النية وتعذر شروطها عليهم بلافائدة مع التكبير فاذا كان النظر مأوفا بهذه الآفة فمن الذى يعتمد خاطر التفرس والحازرويأ تمنه على ضبط الأزمنة حتى يصدق فى حزره الا أن يعمل اعمالا متساوية القوى او يعيد اقوالا بنظام واحد اويعداعدادا يقرب بأحد ذلك من تقدير الازمنة واصدق من هذا الحزر كيل الزمان بآلة مسواة لقطعة منه معلومة ساعة كانت اوابعاضها اواضعافها يعرف منها مضى نصف قوس ذلك النهار سواء كانت الآلة معمولة لدخول الماء فيها اولخروج الماء اوالرمل اوغيرهما منها، ولكن هذا العمل مضطر الى تقدم معرفة نصف قوس النهار بالحساب وذلك لأن معرفته بالآلة لايكون الابعد معرفة كله ورصد كل قوس النهارلايحصل الابعد انقضاء النهار كله وذلك غير مجد على الظهيرة شيئا لفوات وقتها •

والذى يحتاج اليه فى هذا المطلب بعد معرفة احوال الثقل والخفة ومراكز الاثقال المبنى على علم هئية العالم هو تعديل النهار

لكل

لكل جزء من اجزاء فلك البروج فى المسكن المفروض وتعديل النهار يحتاج من جهة المسكن الى عرضه ومن جهة فلك البروج الى موضع الشمس والى ميله، فاما عرض المسكن فيحصل بالواسطة بين نهايتى ارتفاع احد الكواكب الابدية الظهور اوا تمام الواسطة بين ارتفاعى المنقلبين اوميل الشمس اواحد الكواكب وميل الشمس محتاج الى رصد الميل الأعظم ثم تقطيعه للاجزاء وميل الكوكب محتاج الى رصد موضعه فى الطول والعرض وكلاهما محتاجان الى حساب الجيوب والاوتار والمطالع، وفى موضع الشمس نضطر الى معرفة تواريخ الامم وسنيهم وشهورهم الى ارصاد القدماء والمحدثين يستبين له منها مواضع الشمس بالحركة الوسطى وبالمختلفة وكمية الاختلاف بينهما فبهذه يعرف نصف قوس نهار كل يوم اريد •

واما تناهى ارتفاع الشمس فى العظم والظل فى الصغر ورصدهما فمعلوم ان اختلاف الارتفاع حول نصف النهار يكون فى اجزاء الاجزاء بحيث لا تكاد تضبطه الآلات الكبار فضلا عن الصغار ولذلك يظن بالشمس حينئذ وقفة لأن ارتفاع الشمس وسمته يثبت مدة للحس على قدر واحد فجدوى تقديم معرفة هذا الارتفاع لتقابل به الموجود يسيرة عند التدقيق على اضطرار معرفته الى موضع الشمس والميل الاعظم وعرض البلد وكذلك

فى الزوال محتاج الى مايحتاج اليه ارتفاع نصف النهار بزيادة معرفة استخراجه منه

فان رغب المؤذن فى التحقيق وأنف عن التقليد وناسب طبعه علم بطلميوس وارشميدس وابلونيوس ولم يستنكف عن هذه الاسامى واقبل على الدراسة والتعلم حتى بلغ هذا الموضع فقد استغرق كتاب الاصول والكتب المتوسطة بينه وبين المجسطى واتى على ثمانى مقالات منه فجاء خاليا كابليس وانصرف فائزا كادريس، وان عسى ضاق ذرعه فى أول وهلة لاستماع ماذكرناه فليختصر العمل وليقصر طويل الأمل باعطاء القوس بارئها وتسليم الامر الى اربابه الذين لايسأمون الدؤوب على اصلاح تلك الاصول وتصحيحها واعداد نتائجها لطلابها •

الباب السادس والعشرون

فى اثبات خطوط اوقات الصلوات والساعات على الآلات

قد استبان تعلق امر وقتى الظهر والعصر بالظل، اما الظهر فلأن اوقاته رديف زوال الشمس عن فلك نصف النهار من اجل أن ظل الشخص على سطح الافق اذا وجد مساويا لظل ارتفاع نصف نهار ذلك اليوم فى ذلك البلد فهو نصف النهار وقيام الظهيرة التى فيها تحرم الصلوة ثم يعقبه اول اوقات صلوة الظهر متى زاد الظل على ذلك المقدار شيئاما وقت صلوة الظهر على هذا الذى ذكرناه سهل التصور

فى

فى الوهم عسر الاستعمال بالفعل •

ولذلك أمر فى تعرف الزوال بان ينصب عود وينظر ظلـه بعد وقت النصب من الزمان فان نقص من المقدار الأول كان الوقت قبل الزوال وان زاد كان بعده،وهذا على صحته قريب من الاشتباه على من لا رياضة له بهذه الصناعة اما اولا فربما يجده فى الوقتين جميعا متساويا اذا كان حول نصف النهار ببعدين متساويين فلم يهتد للواجب فيه •

واما ثانيا فلان الوقت الثانى ربما كان اقرب الى نصف النهار من الأول وفى غير جهته منه أعنى ان الثانى كان بعد الزوال وظله مع ذاك اصغر من ظل الأول الذى هو قبله فظن مع مضى الزوال انه مستأنف •

واما ثالثا فاذا لم يعرف ان الاعتبار فيه على محيط دائرة مخطوطة على منتصب الشخص ظن باختلاف السمت فيه شيئا فى الظل ومن زيادة أو نقصان ليسا فيه •

واما رابعا فانه وان لم يزل فى ذاك لم يتحقق منه الا أن الوقت الأول متقدم لنصف النهار فاما الثانى فيمكن فيه الاحوال الثلاثة من تقدمة نصف النهار وتأخره عنه ووقوعه على حاقه •

واما خامسا فان اختلاف الظل عند نصف النهار وخاصة فى الصيف ثم البلاد القليله العروض تسير غير محسوس به فى المدد اليسيرة

المقدار لسكون حركة الظل رأس الظل على رأس القطع الزائد وفى اعاليه حواليه وهذه هى الأسباب الباعثة فى امر نصف النهار على الدائرة الهندية التى مر ذكرها والخط الممتد فيها بين الشمال والجنوب حتى اذا بلغه ظل الشخص المنصوب عليه انتصف النهار معه واذا جاوزه ولو ادنى شىء دخل وقت صلوة الظهر •

واما وقت صلوة العصر فانا نستخرج ظل نصف النهار ذلك اليوم كما تقدم فى بابه ونضعه فى موضعين ونزيد على احدهما مثل اقسام المقياس فيكون ظل وقت العصر عند ابى يوسف ومحمد والشافعى، ونزيد على الآخر ضعف اقسام المقياس فيكون ظل العصر عند ابى حنيفه فاذا اردنا ارتفاعى هذين الوقتين وقد حصل ظلاهما استخرجنا الارتفاع من الظل بسبب ما تقدم فى بابه وهذا ما فى زيج حبش •

فانه يقول فيه نأخذ ظل نصف النهار فنزيد عليه ستين جزءا بعد ان نحول الظل من جنس اثنى عشر الى جنس الستين ثم نقوسه فى جدول الظل فما كان من الارتفاع نقصناه من تسعين فيبقى ارتفاع اول العصر ولآخره نزيد على ظل نصف النهار بعد التحويل مائة وعشرين فما بلغ تقوسه فى جدول الظل وننقص قوسه من تسعين فيبقى ارتفاع آخر العصر، وهذا ظاهر اذا علم ان المقياس الذى نستعمله جنس ستين جزءا وان الجدول الذى تقوس فيه هو معمول للظل

المعكوس

المعكوس فلذلك نجد الظل بازاء تمام ارتفاعه •

ومن اراد عمل خطوط هذه الأوقات وجب عليه للاستظهار تقديم استخراج الاظلال والارتفاعات والسموت فى كل واحد منها لدرجة درجة من درجات نصف فلك البروج الصاعد أعنى الذى من اول الجدى الى آخر الجوزاء ليكون عنده مهيأة لوقت العمل وليس فى الآلات النجومية كالاسطرلاب فى اشتهاره لكثرة استعمال الناس•

فلنبتدى بطنه ونقول انه يمكن ان نعمل على وجوه صفائحه فيما بين افق المشرق وخط وتد الارض خط اول العصر وآخره بان يوضع كل درجة من درجات النصف الصاعد فى منطقة البروج من العنكبوت على ارتفاع أول العصر المستخرج له فى المقنطرات الغربية ويعلم على موقع نظير تلك الدرجة من وجه الصفيحة وكذلك يوضع على ارتفاع آخر العصر فيها ويعلم على موقع النظير فاذا فعل ذلك بجميع درجات النصف توالى لهذين الخطين علامات فيما بين مدارى الجدى والسرطان فحينئذ يتنوق الصانع فى وصلها بقسى يتخيل الجملة منها خطا واحدا منحنيا غير مضرس •

وان اراد انفصا لهما من خطوط الساعات نقط عليهما نقطا متوالية أو كتب لقبهما عندهما ثم هو بالخيار فى عمل ماذكرنا لدرجة درجة اولبرج برج اولاقسام المنطقة فى ذلك الأسطرلاب •

وان اردان تكونا قوسين اقتصرفى العمل على مدارالاعتدال والمنقلبين كما تعمل فى خطوط الساعات المعوجة من قسمة ماتحت الأفق من المدارات الثلاثة باثنى عشر قسما متساوية وامرار قوس على كل ثلث منها نظائر على عمل ادارة دائرة على كل مثلث فانه لوعمل ذلك بجميع المدارات لما كانت تقطها النظائر كلها على محيط دائرة ولذلك كان امر الساعات المعوجة على خطوطها فى الاسطرلاب مأخوذا بالتقريب،واما المستوية المخطوطة بيعد فتحة الافق وعلى نهاية كل قسم من اربعة وعشرين قسما من الدائرة المخطوطة على مركز الصفيحة وبيعد مركز الأفق فانها صحيحة محققة

ومن الخطين اللذين عملنا هما لوقتى العصر يعلم الماضى اليهما من أول النهار او نصفه اذا وضع نظير درجة الشمس عليهما وعلى علم موقع المرى من الحجرة علامة ثم ادير العنكبوت معكوسا نحو اليسار حتى توافى درجة الشمس خط وسط السماء اوافق المشرق فيكون ما تحرك المرى فى الحجرة من عند العلامة هو ازمان الماضى

وكذلك يعلم الباقى الى آخر النهار ان ادير العنكبوت نحو اليمين مستويا حتى توافى درجة الشمس افق المغرب ومتى قيس ارتفاع الشمس لوقت ما ووضعت درجتها على مقنطرته علم من موقع نظير درجة الشمس من ذينك والخطين حلول وقتهما او مضيه او استقباله وعلى قياس هذا يعمل فى الصفيحة خط طلوع

الفجر يوضع نظير درجة الشمس على المقنطرة الثامنة عشر ابدا من جانب المغرب وخط مغيب الشفق بوضعه على تلك المقنطرة من جانب المشرق •

ولما حكى عن عمر بن عبد العزيز انه كان يؤذن للظهر على سبع ساعات ويصليها على ثمان ساعات والعصر على عشر ساعات وكانت تلك الساعة معوجة لامحالة عدل بعضهم عن الاظلال الى خطوطها فجعل خط الساعة العاشرة من خطوط الساعات المعوجة لآخر وقت العصر وخط التاسعة لأول وقته كما جعل خط الثالثة منها لوقت صلوة الضحى وذلك مخالفة للمسنون واجب ان لا يعمل به •

وذهب بعضهم فى وقت الأذان للظهر الى ازدياد الفىء اصبعا واحدا وفى وقت الاقامة لها الى زيادة ثلاث اصابع وفى العصر الى ازدياد ثلاثة عشر اصبعا فان سلمنا له وقت أذان الظهر لم تكن زيادة المثل على ظله وانما هو على فىء الزوال نفسه على ان الامر غير مسلم له فانه صادر عن غير معرفة بالاصابع التى هى انصاف اسداس الشخص سواء كان شبرا أو كان عمود جبل دنباوند مثلا فالاصابع المذكورة منها فى اذان الظهر اولى ان يكون مع اصابع اليد فبالأقل منها يدخل وقت الظهر والاصابع المذكورة فى وقت العصر ممتزجة من هذه الواحدة ومن اجزاء

المقياس الاثنى عشر ٠

ثم لنجيء الى ظهر الاسطرلاب لعمل هذه الخطوط عليه ولنحرف عضادته اولا بشقها طولا ليكون حرفها مارا على المركز ونترك منها حوله ما تنطبق عليه قاعدة القطب ونطرح الباقى من احد نصفيها ونقيم الهدفتين على النصف الباقى ٠

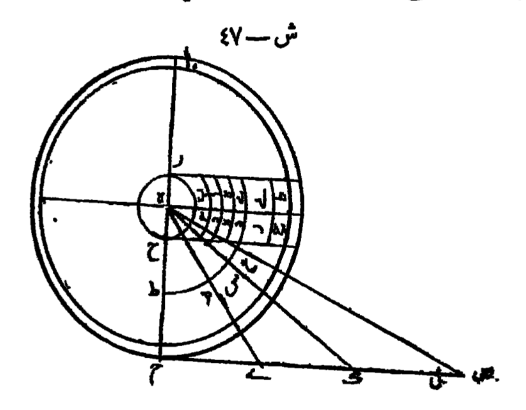
ولتكن دائرة ـ ا ب ج د ـ على ظهر الاسطرلاب هى التى تحت اجزاء الارتفاع وربعها ـ ا ب ـ و ـ ا ـ منها نحو الكرسى وقوس ـ ز ح ـ ما تستره العضادة المحرفة من ظهر الاسطرلاب ونقسم خط ـ د ز ـ بستة اقسام متساوية ونكتب عن جنبتيه اسامى البروج منقسمة بالنصف الصاعد والنصف الهابط على هيأة ما كتبناها ونقسم كل برج بما استحسنا من الاعداد العادة لدرجات البرج ووسعة البقعة فلم نضيق عنه وندير على مركز ه ـ ويعد كل قسم فى ربع ـ د ج ه ـ قوسا ظاهرة وغير مؤثرة الى ان نعمق منها ما نحتاج اليه وتلك مدار الدرجة ثم نقسم ـ ه ج باثنى عشر قسما متساوية هى اصابع المقياس ونخرج ـ ج ص مماسا للدائرة وغير متناه فى جهة ـ ص ـ ونقسم باقسام مساوية القدر لأقسام ـ ه ج ـ فيكون ـ ج ص ـ للظل ثم نقسم كل مدار ٠

وليكن للمثال مدار اول الحوت وانتهاؤه من خط ـ ه ج

الى

الى ـ ط ـ و نفرز ـ ح ى ـ مساويا لظل نصف النهار و نصل ـ ه م
ى ـ يقطع المدار على ـ م ـ فهو علامة وقت الظهر ونفرز ـ ح ك
مساويا لظل اول العصر و ـ ح ل ـ مساويا لظل آخر العصر و نصل
م س ك ـ ه ع ل ـ فتكون نقطتا ـ س ع ـ لوقتى العصر •

ش ـ ٤٧



و كذلك نفعل فى كل مدار منها ليستبين فيه ثلاث نقط
لتلك الاوقات اذا وصلنا ما بين النظائر التى للخط الواحد بخطوط
محدبة منتظمة كان ذلك الخط فنكتب لقبه معه وعند الفراغ من
الثلاثة نخط من كل مدار مؤثر ما يقع منه بين البروج و بين خط
وقت الظهر و نمحو ما فضل منه نحو خط ـ ه ج ـ اعنى قوس ـ م
ط ـ وقد تم العمل •

فمتى وضع حرف العضادة على تقاطع مدار الشمس حينئذ
والخط المطلوب وقته وقعت شظية العضادة على ارتفاع ذلك الوقت

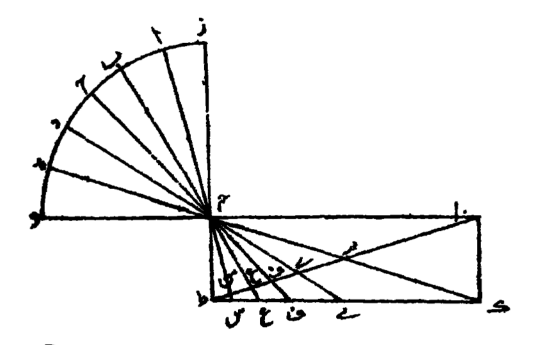
ثم قيس الارتفاع وقتئذ فان كان أكثر من ارتفاع الوقت فانه لم يأن بعد وان كان اقل فقد مضى وقته الاخط نصف النهار فان القصور عنه لا يدل على المضى والاستيناف بعينه ٠

وعلى مثله تعمل خطوط الساعات اما مستوية واما معوجة فى الربع المقابل له أعنى ربع الارتفاع لاشتغال هذا بغيرها من الخطوط فتى اديرت المدارات فيه وقد تقدم باستخراج ارتفاع كل ساعة منها فيه ثم وضعت الشظية على مثل ذلك الارتفاع قاطع حرف العضادة ذلك المدار على ممر خط تلك الساعة منه ٠

وقد عمل بعض الاسطر لا بين على العضادة خطوطا للساعات المعوجة جعل العمل عليها ان يوضع مرى العضادة على مثل ارتفاع نصف النهار فى اليوم المفطى ثم تقابل الشمس بربع الارتفاع من غير ان تحرك العضادة عن وضعها وتنظر الى ممر حرف ظل الهدفة العليا بالتأريب من الخط المار على وسط العضادة بالطول المقسوم لتلك الساعات المعوجة فيعلم الماضى من النهار او الباقى منه اوبصنعة تلك الخطوط وان انحرف امرها عن التحقيق فليفرض ما بين الهدفتين من الخط المار على وسط العضادة ـ ط ك ـ والهدفتان ـ ط ح ـ ك ل ونخرج ـ ط ح ـ و ـ ل ح ـ وعلى استقامتهما وندير على مركز ح ـ وببعد كيف اتفق غير محدود ربع دائرة ـ ز و ـ وتقسمه بستة اقسام متساوية وهي ـ ز ا ـ ا ب ـ ب ج ـ ج د ـ د ه ـ ه و

ونخرج

ونخرج منها خطوطا مستقيمة يمر كلها على مركز ـ ح ـ وهو على السطح الذى يلى القطب من سطحى المدفة فانه المظلل دون الذى نحو الشظية وتلك خطوط ـ ا ح س ـ ب ح ع ـ د ج ف ـ د ح ى ه ح م ـ ثم نخط على المضادة خطوطا معترضة عليها قائمة على الخط المنتصف اياها بالطول المار على القطب جائزة على نقط ـ س ـ ع ـ ف ى ـ م ـ اما المجتاز على ـ س ـ فهو لكمال الساعة الاولى فتكتب عند حرفه خط الواحد فى احد نصفيها وحرف الأحد عشر فى نصفها الآخر لان الماضية والباقية من الساعات متحاذية ، واما المجتاز على ع ـ فهو لساعتين فنكتب عنده حرف الأثنين من جانب والعاشر من آخر والمجتاز على ـ ف ـ هو لثلاث ساعات فنكتب عنده حرفا الثلاثة والتسعة متقاربين والمجتاز على ـ ى ـ هو لأربع ساعات فنكتب عنده حرفا الاربعة والثمانية والمجتاز على ـ م ـ لخمس ساعات فيكون حرفا خمسة وسبعة . ش ـ ٤٨



واما السادسة ففيها تظلل الهدفة العليا كل الهدفة السفلى فلذلك يكتب حرف الستة فوق الثقبة بالقرب من الحرف الاعلى لزيق (١) علامة ـ ل ـ وقد فرغنا من عمل خطوط الساعات على العضادة

فاذا اردنا ان نجد نقط ـ س ـ ع ـ ف ـ ى ـ م ـ بعمل آخر قسمنا هدفة ـ ح ط ـ القائمة مقام المقياس باصابعه و ـ ط ك بالواحدة منها ليقوم مقام الظل ثم اخذنا من الجدول ظل قوس وا ـ التى هى خمسة وسبعون جزءا لان كل واحد من اقسام الربع خمسة عشر جزءا وعددنا ذلك الظل من عند ـ ط ـ فانتهينا الى ـ س ـ ثم اخذنا ظل ستين اعنى قوس ـ و ب ـ فعددناه من عند ـ ط ـ وانتهينا الى ـ ع ـ ثم عددنا ظل خمسة واربعين من ط ـ فانتهينا الى ـ ف ـ وعددنا ظل ثلاثين من ـ ط ـ فانتهينا الى ـ ى ـ وظل خمسة عشر من ـ ط ـ الى ـ م ـ وقد وضع حبش هذه الاظلال فى جدول على حدة وهى هذه . ش ـ ٤٩

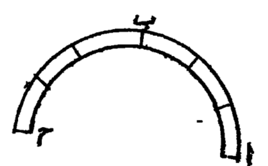
الساعات	الظل: اصابع	الظل: دقائق
اا	ج	لم
ب ى	و	لو
ج ط	—	ه
د ح	ك	مر
ه و	مل	مر
العضادة كلها		

(١) كذا

والذى هو معلوم من عظم الاختلاف فى تفاضل الاظلال
علمت هذه الخطوط فى الآلات التى احتيج فيها الى الساعات دون
قياس الارتفاعات على صورة اخرى وهى ان اصحابها وصلوا بين
ط ـ ل ـ فانتقلت هـذه الخطوط المعمولة للساعـات من ـ ط ك
الى ـ ط ل ـ وصارت العضادة ـ ح ط ل ك ـ وسميت ساق الجرادة
تشبيها بها فى الصورة وعمـل القطب منها داخلا فى الآلة دونهـا
واكثر ما عملت ساق الجرادة فى الآلة المعروفة بحُق القمر وليست
نقطتا ـ ط ل ـ بضروريتين فى مد خـط ـ ا ط ـ بينهما بل يجوز
ان يخرج من نقطـة تحت ـ ل ـ اوفوقهـا الى نقطـة تحت ـ ط
اوفوقها وذلك موكول الى اختيار الصانع واستحسانه •

ومنهم من جاوز الامر فى التساهل فى عضادة سماها هلالية
لانه عملها نصف دائرة مثل ـ اب ج ـ ومنشأ القطب من ـ ب
وقسم باطنه بستة اقسام متساوية الساعات ونظمها فى القطب فوق
العضادة المسطحة نظما لا يتغير وضعها معا ثم وضع الشظية على ارتفاع
نصف النهار ونظر فى تحـديب الهلالية وموقع ظـل طرفها كما
تقدم •

ش — ٥٠



ثم ينقلون للاسطرلاب فى هذا الباب الرخامة المبسوطة على سطح موازاة الافق، ومن رسم الصناع ان يحصلوا ظل كل ساعة وسمته للانقلابين ويقدروا مقدار الظل باصابع مقياس الرخامة وعلى سمته فى جهته فيقفوا من ذلك على رؤوس الظل للساعات فى المنقلبين ٠

وقد قلنا انها تكون على محيط قطع زائد فاذا وصلوا بينهما فى كل واحد من القطعين بخطوط منحنية ومن كل واحدة من نقط القطع الى نظيرها فى الآخر كانت خطوط الساعات واذا اريد عمل خطى العصر فيها فتح البركار بمقدار اصابع ذلك الخط وقت المنقلب وادير على مركز(١) المقياس وببعد تلك الفتحة فيقاطع قطع ذلك المنقلب على نقطة مطلوبة واذا وصل بين نقط النظائر فى القطعين خطا ذينك القطعين وانواع الرخامات الثابتة كثيرة والمحدودة

(١) كذا ولعله مغرز ٠

منها بعد المبسوطة هى الكائنة فى سطح فلك نصف النهار والكائنة فى سطح اول دوائر السموت والكائنة فى سطح معدل النهار واذا كانت كل واحدة من هذه الدوائر أفق عرض معلوم فان تخطيط الساعات وخطوط الاوقات فيها على مثال عملها فى المبسوطة، فاما الذى فى فلك نصف النهار فهى على افق من آفاق الفلك المستقيم •

واما التى فى دائرة اول السموت فهى على افق يساوى عرضه تمام عرض البلد ومعلوم ان دائرة اول السموت اذا اديرت على قطرها المشترك مع الافق واميلت نحو الجنوب بمقدار عرض البلد صارت فى معدل النهار على افق الموضع الذى عرضه ربع تام ولذلك لايختلف مقدار ظل المقياس فى هذه الرخامة لكل مدار وانما يكون كظل الارتفاع المساوى لميله فاذا حصل لها ظل المدار وسمته للوقت المطلوب من الساعات والعصر وعمل فيها ما تقدم لرؤوس البروج فى كل واحدمن وجهيها الشمالى الأعلى والجنوب الأسفل ووصل بين النظائر حصل الخط المطلوب وتعمل لاوقات الصلوات آلات تعلق بالخيوط تسلك فى اطرافها على موازاة الافق كالمسطرة التى تقوم عليها المقياس وقت الحاجة وينتهى عليها وقت الاستغناء حتى يغوص فيها ويستوى سطحها قد عملت فيها خطوط الاوقات باظلالها على ايام شهور الروم وكالصفيحة التى نصف قطرها مساو لظل آخر العصر فى المنقلب الشتوى فمنهم من يقسم محيطها باثنى عشر للبروج

اوشهور الروم ويصل بين اوائلها وبين المركز بخطوط مستقيمة من
ويقدر كل واحد منها ظل الاوقات او اظلال الساعات ثم نصل
النظائر بقسى فتحصل الصورة كالاترجة و بها يلقب •

ومنهم من يقسم المحيط بستة اقسام تكتب فيها بروج
النصف الصاعد من اليمين الى اليسار وقرانها من النصف الهابط
من اليسار الى اليمين ويعمل ما ذكرنا بعينه فتحصل الخطوط على
هيئة الكوكب مبتدئة من اول السرطان الى خط اول الجدى، وفيما
اشرنا اليه كفاية فى هذا الموضع ولها كتب استغرقتها باذن الله •

الباب السابع والعشرون

فى استعمال الظل فى الشكل القطاع وحساب علم الهيئة

ان اصحاب التنجيم سهلوا بمكان الاظلال كثيرا مما عسر
عليهم استخراجه من القسى الفلكية واوجزوا بها ما طال طريقه
ونحن نؤمى الى شئ من ذلك لتعرف كيفيته وقد تقدم ذكر ما بين
الجيوب من النسب المساوية لنسب ما بين المقياس واظلاله ولما جعل
القوم اجزاء المقياس مساوية لاجزاء الجيب كله سووا ايضا بين
مقداريهما وصيروا كل واحد منهما نصف قطر الدائرة فحصل
من الجيوب داخل المحيط مضلعات ومن الاظلال خارجة مضلعات
شبيهة بالاولى فناسبت لما كانت بمقدار واحد •

وليكن للمثال قوسا – اب – اج – متساويتين وقوس

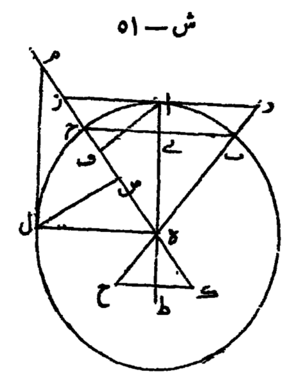
ب

ب ا ج ـ تمد المحيط بعدد غير منكسر ونخرج ـ اه ط ـ ونأخذ
من مركز ـ ه ـ مقدار ـ ه ط ـ كالمقياس ونجيز على نقطتى ـ ا
ط ـ عمودى ـ ك ح ـ د ز ـ على ـ اط ـ ونوصل اليهما ـ د ب ح
ز ح ك ـ ونصل ـ ب ج ـ فيكون ـ ب ج ـ ضلع مضلع داخل
المحيط متساوى الاضلاع و ـ د ز ـ ضلع مضلع خارج المحيط مشابه
للأول، ومعلوم ان ـ ط ح ـ ظل قوس ـ اب ـ معكوسا و ـ ك ط
كذلك ظل قوس ـ ا ج ـ معكوسا اذا كان المقياس ـ ه ط
ونسبة ـ ب ى ـ الى ـ ب ه ـ كنسبة ـ ط ح ـ الى ـ ط ه
وكنسبة ـ د ا ـ الى ـ ا ه ـ فاد ـ ايضا ظل قوس ـ اب ـ معكوسا
اذا كان المقياس ـ ا ه ـ الذى هو الجيب كله فظل ـ اد ـ هو الذى
يناسب الجيوب دون ظل ـ ط ح ـ لان الجيوب من جنس اجزاء
ا ه ـ دون اجزاء ـ ه ط ـ وبمثله يتبين ان ـ ا ز ـ هو الظل
المعكوس لقوس ـ ا ج ـ وظل ـ د ز ـ مركب من ظل قوسى
اب ـ ا ج ـ المعكوسين وضلع ـ ب ج ـ مؤلف من جيبيهما
اعنى ـ ى ب ـ ج ى ـ وكذلك لو كان تأليف المضلع الداخل
من امثال جيب ـ اب ـ المساوى لجيب ـ ج ى ـ اعنى مخالف
الوضع كان باقيا على مشابهة الخارج وان زال عن موازاته ثم
اذا اختلفت القسى كاختلاف قوسى ـ ا ج ـ ج ل ـ لم يتألف
من اضلاعها مضلع خارج الدائرة ولا من جيوبها مضلع داخلها

وذلك ان جيبى - اف - ل ص - غير متصلين ولا ملتقيين من قطر
ه ج - على نقطة واحدة وكذلك ظلا - از - ل م - غير ملتقيين
من قطر - ه ج - على نقطة واحدة فان ذلك مقتضى تساوى قوسى
اج - ل ج - ولكنه علم من وضع هذه الصورة ان ظل المعكوس
لكل قوس هو ما يفصله القطر المار على احد طرفيها من الخط المماس
لها على الطرف الآخر اذا اخرجنا على استقامتهما حتى التقيا وان
الظل المستوى لها هو ما يفصله القطر المار على احد طرفى تمامها اذا
اخرج على استقامة من الخط المماس لها على الطرف الآخر، واذا
تصور هذا من امر الاظلال قلنا انه قد تقرر من كتاب المجسطى
ومن غيره انه اذا تقاطع فيما بين قوسى - اب - ج ب - العظيمتين
قوسا - اد - ج ه - العظيمتان على نقطة - ز - فان نسبة جيب
ه ب - الى جيب - اه - مؤلفة من نسبة جيب - ز د - الى جيب
از - ومن نسبة جيب - ج ب - الى جيب - د ج - فاذا فرضنا
قطاع - اب ج - متألفا من ارباع دوائر عظام وقد تبين مما سلف
ان نسبة جيب كل قوس الى جيب تمامها كنسبة ظلها المعكوس
الى المقياس فنسبة جيب قوس - ه ب - الى جيب - ه ا - كنسبة
ظل - ه ب - المعكوس الى المقياس فكذلك نسبة جيب قوس - د ز
الى جيب - زا - كنسبة ظل - د ز - المعكوس الى المقياس فنسبة
ظل قوس - ه ب - المعكوس الى المقياس اذن مؤلفة من نسبة ظل

د ز ـ المعكوس الى المقياس ومن نسبة جيب ـ ج ب ـ الى جيب د ج ـ لكنا جعلنا المقياس مساويا للجيب كله وقوس ـ ب ج ربع دائرة وجيبها هو الجيب كله فنسبة ظل ـ ه ب ـ المعكوس الى الجيب كله مؤلفة من نسبة ظل ـ د ز ـ الى الجيب كله ومن نسبة جيب ـ ج ب ـ الجيب كله الى جبب ـ ج د ـ و بالخلاف تكون نسبة الجيب كله الى ظل ـ ه ب ـ مؤلفة من نسبة الجيب كله الى ظل ـ د ز ـ ومن نسبة جيب ـ ج د ـ الى الجيب كله .

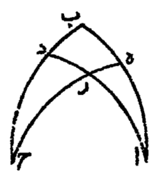
ش ـ ٥١



واهما لنا صفة الظل من اجل ان جميع ما نستعمل منه هو معكوس فقط ولان أول هذه المقادير الستة التى تألفت فيها هذه النسبة مساو لثالثها فان باسقاطها تعود النسبة من التأليف الى البساطة وذلك ان نسبة الأول الى الوسط بينه وبين الثانى كنسبة الثالث الى الرابع لكن الأول مساو للثالث فالوسط

المذكور ايضا مساو للرابع ونسبة هذا الوسط الى الثانى كنسبة الخامس الى السادس ولكن الوسط مساو للرابع كنسبة الرابع الى الثانى وهذه هى النسبة الباقية عند سقوط الاولى فنسبة ظل دز ـ الى ظل ـ ه ب ـ كنسبة جيب ـ ج د ـ الى جيب ـ ج ب ـ فاذن مثلث ـ زدج ـ الكائن من قسى دوائر عظام اذا كانت فيه زاوية قائمة كزاوية ـ ز د ج ـ فان نسبة ظل احد الضلعين المحيطين بالزاوية القائمة الى جيب الضلع الآخر تكون فيه كنسبة ظل الزاوية التى يوترها الضلع الاول الى جيب الزاوية القائمة وهو الجيب كله اعنى ان نسبة ظل ـ زد ـ الى جيب ـ د ج ـ كنسبة ظل زاوية ـ زج د ـ الى جيب زاوية ـ زدج •

ـ ش ٥٢ ـ



والذى يوجب استعمال الظل المعكوس هو قصوره على القوس نفسها وتعدى الظل المستوى الى تمام القوس •

ومنها

ومهما خالفنا فى هذا الذى تقدم بالمعكوس عند مايذكر فيه الظل و المقياس فقط دون الجيبين المناسبين لهما فجعلنا المقدم تاليا والتالى مقدما وابدلنا صفة العكس بالاستواء اطرد الأمر واتضح حال الظل المستوى ايضا ولكنا لا نستعمله •

فاما كيفية حصول السهولة من استعمال الاظلال المعكوسة فى استخراج القسى الفلكية فانا نعيد للاشارة اليها القطاع المتقدم •

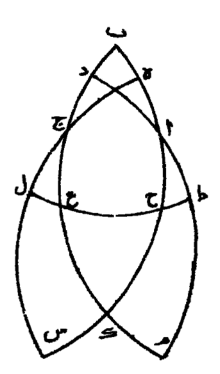
ونقول ان ــ ا د ــ اذا كان فلك البروج وفرضت فيه قوس ــ ا ز ــ وطلب منها ــ زه ــ المسمى ميلا اول فانا نضرب جيب هذه القوس المفروضة فى جيب الميل الاعظم ونقسم المبلغ على الجيب كله فيخرج الجيب المطلوب لان نسبة جيب ــ ا ز ــ الى جيب ــ زه ــ كنسبة جيب ــ اد ــ الربع الى جيب ــ د ب ــ فان كان فلك البروج ــ ا ب ــ كان ــ ه ز ــ الميل الثانى لقوس ا ه ــ •

ومعرفته منها ان نخرج قسى القطاع على استدارتها فى جهتى ــ ا ج ــ حتى تلتقى وندير على قطب ــ ز ــ وببعد ضلع المربع قوس ــ ط ــ ل ــ فنسبة جيب ــ ا ج ــ تمام ــ اه ــ الى جيب ــ ح ط كنسبة جيب ــ اك ــ الربع الى جيب ــ ك م ــ الميل الاعظم فحط ــ معلوم ونسبة جيب ــ ع ح ــ تمام ــ ح ط ــ الى جيب ــ ع ك تمام الميل الاعظم كنسبة جيب ــ ح ل ــ الربع الى جيب ــ ل س

المساوى لتمام ـ ه ز ـ فه ز ـ معلوم •

وحسابه ان نضرب جيب تمام القوس المنطاة من فلك البروج فى جيب الميل الأعظم ونقسم المبلغ على الجيب كله فما خرج نقوسه ونلقى قوسه من تسعين ونقسم على جيب يبقى مضروب جيب الميل الاعظم فى الجيب كله فيخرج جيب تمام الميل الثانى المطلوب ولم يحصل باستعمال الجيوب الابعد ضربين وقسمتين وتقويس زائد •

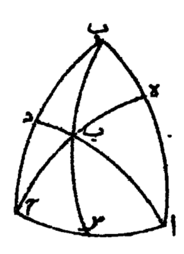
ش ـ ٥٣



وان استعملنا فيه الظل حصل بضرب واحد وقسمه معزوال ذلك التقويس لان نسبة جيب ـ اه ـ الى جيب ـ اب ـ الربع كنسبة ظل ـ ه ز ـ الى ظل ـ ب د ـ فاذا ضربنا جيب القوس المنطاة من فلك البروج فى ظل الميل الاعظم وقسمنا ما اجتمع على الجيب كله خرج ظل الميل الثانى فان كان ـ اب ـ معدل النهار

و ـ ا د ـ احد الآفاق ذوات العروض و ـ ز ـ مطلع جزأ منه ـ و
ج ـ القطب و ـ ج ب ـ فلك نصف النهار كان ـ ا ه ـ تعديل
نهار ذلك الجزأ و ـ ز ه ـ ميله فان أعطينا ـ ز ه ـ الميل و ـ ج د
عرض ذلك لأفق وطلب ـ ا ه ـ تعديل النهار فانا لاستعمال الجيوب
ندير على قطب ـ ب ـ ونبعد ضلع المربع قوس ـ ا ج ـ ونجيز على
نقطتي ـ ب ـ ز ـ قوس ـ ب ز ص ـ عظيمة فنسبة جيب ـ ه ز
ميل الجزأ الى جيب ـ ز ص ـ كنسبة جيب ـ ب د ـ تمام العرض
الى جيب ـ د ج ـ العرض ـ فز ص ـ معلوم ونسبة جيب ـ ج ز
تمام ميل الجزأ الى جيب ـ ز ص ـ كنسبة جيب ـ ج ه ـ الربع الى
جيب ـ ه ا ـ المطلوب فاذا ضربنا جيب ميل الجزأ فى جيب عرض
البلد وقسمنا ما اجتمع على جيب تمام العرض ثم ضربنا ما خرج من
القسمة فى جيب كله وقسمنا ما بلغ على جيب تمام ميل الجزأ خرج
جيب تعديل النهار فقد حصل المطلوب فيها ايضا بضربين وقسمتين٠

ش ـــ ٥٤



ومتى ضربنا ظل ميل الجزأ فى الجيب كله وقسمنا المجتمع على ظل تمام عرض البلد خرج جيب تعديل النهار بضرب وقسمة لان نسبة جيب ـ اه ـ الى جيب ـ اب ـ الربع كنسبة ظل ـ زه ـ الى ظل ـ دب ـ وفى هذا المقدار من الايماء كفاية لان استيفاء فنونه فى علم التنجيم يطول جدا •

الباب الثامن والعشرون

فى معرفة الابعاد الارضية وأعمدة الجبال بالاظلال

انما نقصد من هذه الابعاد الى المحدودة التى تكون اعمدة لأنها اقصر المسافات وسائرها غير محدودة المقدار الابالاحتيال والشعاع والظل يتشاركان بدلالة احدهما على الآخر والاضاءة والادراك بالبصر يشتركان فى امر الاستقامة فلذلك لا اختلاف بين الاعمال الصالحة بالاشعة والاظلال والابصار الا انا قصدناها هنا مانذكر فيه الظل ونقول ان هذه الابعاد اما ان تكون فى سطح الأرض اوفوقه اوتحته •

والذى منها فى سطح الارض فاماان تكون من عند المتأمل لها أعنى أنيكون عليها واما ان تكون مباينة لموضعه وهذه غير متصلة بما نحن فيه لا حتياجها الى غير اعمال الاظلال فليكن الكلام على القسم الاول •

ومثاله عرض واديراد ذرعه، فليقم المريد على الشط ومهما

كان

كان مقامه أعلى كان عمله ادق ويظر من ثقبتى عضادة الأسطرلاب
حتى يرى الشط الآخر على محاذيه منهما معا وينظر الى موقع مرى
العضادة من اصابع الظل ويحفظ عددها ثم ليحرك العضادة حتى
تزداد تلك الاصابع اصبعا واحدا ويتركها على وضعها ويتأخر عن
مقامه الى الوراء على استقامة العرض الذى قاسه الى ان يبلغ موضعا يرى
فيه من الثقبتين ما رآه اولا من ذلك الشط ويمسح ما بين موضعى
القياسين ويضربه فى المحفوظ فما بلغ فهو مساحة عرض الوادى •

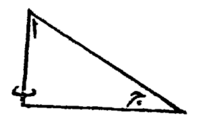
والذى يكون فوق سطح الافق كاعمدة الجبال ومواضع
القلاع منها والقباب والاهرام والمنارات اذا ادركت اعاليها
بالابصار وهى على قسمين اما ان يصل الماسح الى اصول اعمدتها
أعنى مسقط احجارها واما ان لايصل اليها •

فاما القسم الأول فان ظلالها متى ما مسحت وقت مساواة
ارتفاع الشمس من الدور كان ما بين طرف الظل وبين مسقط
حجر ذراها مساوية لأعمدتها وان لم يتفق وجود ذلك الارتفاع
وضع مرى العضادة على خمسة واربعين جزءا ثم طلب بالتقدم والتأخر
موضع يرى ذروة العمود منه بكلتى ثقبتى الهدفتين فاذا وجد مسح
ما بين الموقف الى اصل العمود وزيد عليه مقدار القامة فتجتمع
مساحة العمود •

وعلة ذلك ظاهرة لتنصيف الخط الشعاعى او البصرى الزاوية

القاعـة التى تحيط بها قاماتنا والخط الخارج من عندها فى سطح الافق الى أصل العمود وان شاء وقف منها اى موضع اراد وكأنه من عمود ـ اب ـ عند نقطة ـ ج ـ من الارض واجتهد فى اقامة ج ـ مقام مركز الاسطرلاب باللصوق بالارض اوالقيام فى حفره فيها بعمق القامة ثم يعلق الاسطرلاب بيمناه منسدلا ويقابل تربـع الارتفاع ذروة الجبل وينظر من ثقبي العضادة بين واحـدة حتى يراها بهما معا وينظر الى مريها الأسفل على كم وقع من الظل ويمسح ما بين ذلك الموضع وبين اصل العمود اعنى ـ ج ب ـ ونسبته الى اب ـ معلومـة لانها كنسبة ذلك الظـل الموجود الى المقياس فلذلك اذا ضرب مساحة ـ د ب ـ فى المقياس وقسم المجتمع عـلى الظل الموجود خرجت مساحة عمود ـ اب •

ش — ٥٥

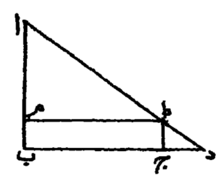


ومن

ومن هذا الفن ماذكره برهمكويت فى مقالة الحساب من براهم سدها نده هكذا، اذا كان سراج على منارة طولها مائة اصبع واما مهاعلى مائة وعشر اصابع مقياس مقداره اثنى عشر اصبعا واردنا مقدارظله فانا نضرب المائة والعشرة فى الاثنى عشر ونقسم المجتمع على ثمانية وثمانين فتخرج خمسة عشر وهى ظل المقياس •

فلتكن المنارة ـ اب ـ والمقياس ـ ج ط ـ وظله ـ د ج ونخرج ـ ط م ـ موازيا ـ لدب ـ فتكون مائة وعشرة اعنى مساويا ـ لج ب ـ وتكون ـ م ا ـ ثمانية وثمانين ونسبة ـ ط م ـ الى م ا ـ كنسبة ـ د ج ـ المطلوب الى ـ ج ط •

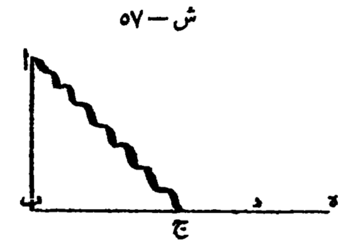
ش ـ ٥٦ ـ



واما القسم الثانى الذى لايوصل الى أصله فيمسح من عنده كعمود ـ اب ـ الكائن داخل جبل ـ اب ج ـ وما اشبه مما يمتنع الوصول الى مسقط حجره لحول السفوح اوالحصون بينه وبين الماسح فلتكن الأرض المستوية التى تقرب منه ـ ج د ه ـ ويزاد مساحة كل واحدة من ـ اب ـ عمود الجبل و ـ د ب ـ ما بين موقف

المريد وبين اصلـه فنقيس ظل ارتفاع ذروة ـ ا ـ فى موقف ـ د بحسب ماتقدم من شرائط القياس ونحفظه •

ش — ٥٧



ثم نتأخر أو نتقدم على ذلك الموقف الى آخر وليكن ـ ه ـ بعد ان يكون ذلك التقدم او التأخر عـلى الخط المستقيم الواصل بين مسقط حجر الذروة وبين الموقف الأول ويعمل فى هـذا الثانى ماعمله فى الأول حتى يعلم الظل الثانى ايضا ويمسح ما بين الموقفين بالأذرع أو بما شاء من مقادير المساحة ويضرب ماحصل من ذلك فى اقسام المقياس ويقسم المجتمع من الضرب على فصل ما بين الظلين وتخرج مساحة عمود الجبل بالمقدار الذى به مسح ما بين الموقفين ثم يضرب ايضا الموجود بين الموقفين بالمساحة فى الظل الاول الموجود فى موضع ـ د ـ ويقسم المبلغ عـلى فضل ما بين الظلين فتخرج مساحة ما بين الموقف الأول و بين اصل عمود الجبل وذلك لان نسبة ـ ه د ـ على انه فضل ما بين الظلين الى ـ ا ب ـ على انه المقياس كنسبة مساحة ـ ه د ـ الى مساحة ـ ا ب ـ على انه المقياس

وكذلك

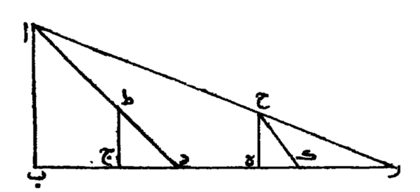
وكذلك نسبة ـ ه د ـ على انه فضل ما بين الظلين الى ـ د ب ـ على انه الظل الأول كنسبة مساحة ـ ه د ـ الى مساحة ـ د ب ـ وذلك ما اردنا ايضاحه •

ومن هذا الفن ماذكر برهكويت فى الكتاب المذكور هكذا، اذا كان سراج على منارة بيننا وبين اصلها حاجز وبالقرب منها مقياس طوله اثنا عشر اصبعا ووراء ظله مقياس آخر بذلك المقدار ظله ثمانية عشر اصبعا ومن رأس الظل الاول الى اصل المقياس الثانى سبع اصابع ونزيد طول المنارة فيجمع الظل الثانى الى السبعة فليبلغ خمسة وعشرون وهو الأصل ويلقى اصغر الظلين من اعظمهما فيبقى جزأ القسمة ثلاث اصابع ثم يضرب الاصل فى كل واحد من الظلين وليقسم كل واحد من المجتمعين على جزأ القسمة فيخرج ما بين اصل المنارة وطرف ذلك الظل فنضربه فى المقياس ونقسم ما اجتمع على ذلك الظل فيخرج طول المنارة ـ اب ـ والمقياس الاول ـ ط ج وظله ـ ج د ـ والمقياس الثانى ـ ح ه ـ وظله ـ ه ز ـ ونخرج ح ك ـ على موازاة ـ اد ـ فيكون ـ زك ـ فضل ما بين الظلين وهو جزأ القسمة•

فاما الاصل فانه ـ زد ـ مجموع ـ زه ـ ه د ـ فلتشابه مثلثى زح ه ـ زاب ـ تكون نسبة ـ ب ز ـ الى ـ زه ـ كنسبة ـ هح المقياس الى ـ اب ـ المنارة ولتشابه مثلثى ـ د ط ج ـ د از

نسبة ـ ب د ـ الى ـ د ج ـ كنسبة ـ ج ط ـ المقياس الى ـ ا ب
المنارة فالنسبتان متساويتان وبعد الأبدال تكون نسبة ـ ز ب
الى ـ د ب ـ البعدين كنسبة ـ ز ه ـ الى ـ د ج ـ الظلين فنسبة
ز ك ـ فضل ما بين الظلين المسمى جزأ القسمة يكون بالتفصيل الى
د ج ـ اصغر البعدين ويكون بالقلب الى ـ ز ه ـ اعظم الظلين
كنسبة ـ د ز ـ الاصل الى ـ ز ب ـ اعظم البعدين •

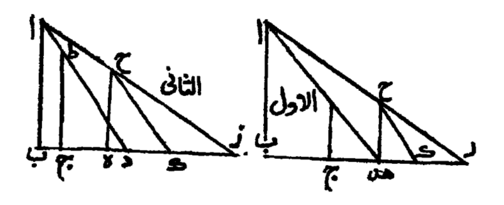
ش ـ ٥٨



ولهذا الذى ذكر وضعان آخران ينتصب المقياس الثانى
فى أولهما على طرف الظل الأول فيبطل الأصل وتصير قسمة
الظلين على جزئها وتكون مقدار الظل الثانى على قياس ذلك سبع
عشر اصبعا وجزءا من اثنين وعشرين من اصبع وينتصب فى الآخر
على الظل الاول نفسه فيكون الاصل فضل ما بين ـ زه ـ د ه
بدل مجموعهما كان هناك واذا فرضنا ـ ه د ـ سبع اصابع كان

ظل ــ ه ز ــ تسع اصابع وجزء من اثنى عشر من اصبع وهذه صورة الموضعين •

واما الذى يكون تحت سطح الافق فينقاد بمثل ماذكر برهمكويت اذا توهم ــ ب ــ السفل و ــ ب ج ــ العمق وخشبتا ح ط ــ ه ح ــ متساويتان وموازيتان لسطح الافق و ــ د ز موقفان للناظر الى ــ ا ــ وهو موضع معين مفروض فى العمق و ــ ب ه ــ ز ــ فى نظام خط مستقيم قائم على سطح الافق بل ان قيس فى احد هذين الموقفين بالاسطرلاب موضع ــ ا ــ على ان يكون ربع الظل نحوه وجعل الموقف الثانى بحيث يتفاوت فيه الظل اصبعا قام ــ ا ب ــ مقام عمود الجبل والعمق مقام البعد عن اصله فعمل بمثل ماتقدم، وانا فى عمل كتاب جامع فى الارشاد الى معرفة الابعاد ارجو ان يستوفى جميع اقسامها ويحتوى على ما اتصل بى من اقاويل اصحاب الصناعة فيها • ش ــ ٥٩



الباب التاسع والعشرون

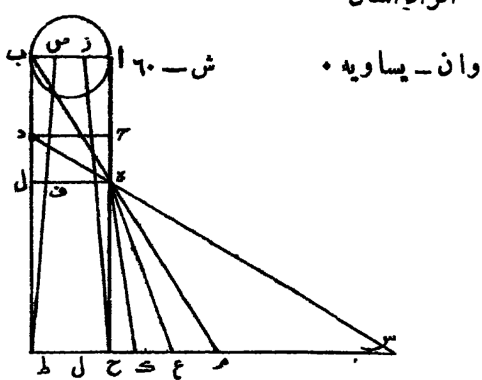
فى الابعاد السماوية التى ترجع فيها الى الاظلال

ربما لم تقتصر فى تعرف المسافات على ما فى العالم السفلى فتجاوزنا الى ما تدركه ابصارنا فى العالم العلوى وخاصة اذا كان دلنا فيها علمها ذا نور ربما هو يظهر للاشخاص غير المشفة فيه ظل فليكن ـ ا ب قطر ما يظهر من جرم الشمس و ـ س ط ـ سطحا مستويا بازاء الشمس و ـ ه ز ـ شخصا مظلا موضوعا ارفع من وجه الارض وقطر ظله المرصود ح ط ـ وليكن ايضا ـ ه ز ـ بعينه قطر ثقبه و نخرج ـ ب ه م فيكون ـ م ـ منتهى شعاع الشمس الداخل من كوة ـ ه ز وليكن ـ ل ـ منتصف ظل ـ ح ط ـ فهما صيرنا مسافات ـ ل ح ل م ـ ه ز ـ ه ك ـ معلومة كان بعد الشمس من الارض وقطرها معلومين .

وذلك ان مثلث ـ ه ك م ـ القائم زاوية ـ ك ـ تكون معلوم الاضلاع ونخرج ـ ه ع ـ موازيا ـ لب ط ـ فنفصل ـ ع ط مساويا ـ له ز ـ و يبقى ـ م ع ـ معلوما ونسبته الى ـ م ه كنسبة ـ ط م ـ الى ـ م ب ـ فم ب ـ معلوم ومثلث ـ ط م ب معلوم الاضلاع وعمود الخارج من ـ ب ـ الى ـ س ط ـ هو بعد الشمس فهو معلوم ونسبة ـ ط ز ـ الى ـ ز ف ـ نصف فضل ما بين ح ط ـ ه ز ـ كنسبة ـ ط ب ـ الى ـ ب ص ـ فب ص ـ معلوم

وان

وان ـ يساويه ٠



فاذا زيد على مجموع ع ـ م ب ان ـ مقدار ـ ح ط ـ اعنى ص ن ـ اجتمع ـ ك ل ـ وهو قطر الشمس وعلى مثله الحال فى بعد القمر وقطره لانه اذا كان ـ ح د ـ كان ظل شخص ـ ه ز ـ منه ح ط ـ ولكن من اجل انه اقرب الى الارض من الشمس يدخل شعاعه فى كوة (١) على مثال ـ د ه س ـ ويصير مثلث ـ ه س ك بدل مثلث ـ ه م ك ـ فى الشمس ومثلث ـ ه س ع ـ فيه بدل مثلث ـ ه م ع ـ فيها وسائر الاحوال على هيئتها، وايضا فان كل واحد من مثلثى ـ ه ك م ـ ط ف ز ـ معلوم الزوايا لان اضلاعهما معلومة فمثلث ـ م ط ب ـ كذلك معلوم الزوايا وفيه ضلع ـ م ط ـ معلوم فهو معلوم الاضلاع وعموده من عند ـ ب ـ على استقامة ـ س ط ـ هو البعد المطلوب وما بين ـ ط ـ وبين مسقط حجره مجموعا الى ـ ط ل ـ هو نصف قطر الشمس ولكن

---

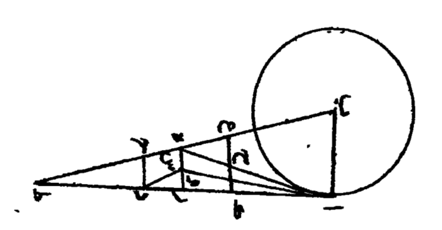
(١) هنا خرم فى الاصل

هذا بالمزاولة دون التوهم فى غاية الصعوبة التى تقتضى زوال الثقة •

وطريق بطلميوس فى معرفة بعد الشمس هو بالظل ايضا وهو انه لما حصل بعد القمر باختلاف منظره ولم يتأت مثله فى الشمس ووجد كسوف الشمس التام غير ماكث فى الحس جعل للمثال اب ـ نصف قطر الشمس و ـ ز ه ـ نصف قطر الارض و نصف مخروط الظل ـ ز ه ط ـ ز ع ح ـ نصف قطر القمر ـ فح ع • نصف مخروط ظل القمر وقد حصل بالكسوفات القمرية قطر الظل فى موضع ممر القمر فنصفه ـ د ج ـ معلوم وفضل ما بينه وبين نصف قطر الارض و هو ـ م ز ـ معلوم و ـ د م ـ بعد القمر معلوم فمثلث ز م د ـ معلوم الاضلاع ومثلث ـ ز ه ط ـ يشابهه وفيه ـ ز ه معلوم فهو ايضا معلوم الاضلاع ـ فه ط ـ بعد طرف الظل من مركز الارض معلوم ونسبة ـ ط ه ـ الى ـ ه ز ـ كنسبة ـ ط ع الى ـ ع ك ـ فع ك ـ معلوم ولكن ـ ع ح ـ عنده محصل بالكسوفات القمرية فيبقى ـ ح ك ـ معلوما ونخرج ـ ك س موازيا ـ لح ه ـ فيساويه ولذلك يكون معلوما ونسبة ـ ز س فضل مابين ـ زه ـ ع ح ـ الى ـ س ك ـ كنسبة ـ ز ه ـ الى ه ا ـ فه ا ـ بعد الشمس عن الارض بالتقريب معلوم ونسبة ـ ه ح ـ الى ـ ح ع ـ كنسبة ـ ه ا ـ الى ـ اب ـ نصف قطر الشمس فهو اذن معلوم •

وسنستوفى

وسنستوفى طرق ذلك فى الـكـتاب الموعود ونحل مايلحقه
من الشبهة والشكوك ٠ ش — ٦١

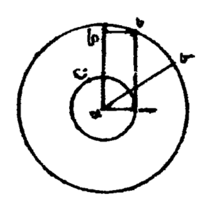


وقد ذكر سنان بن الفتح بابا فى معرفة بعد القمر عن الارض
فقال ارصد ظل القمر فى نصف النهار واستخرج ارتفاعه منـه
واحسبـه ايضا بالحساب واقسم الجيب كلـه عـلى فضل ما بينهما
فيخرج بعد القمر عن الارض وبعد ما تقدم ذكره مما فى ظل القمر
من مباينة ظل الشمس فى النسبة الى المقياس، فلتكن اوجهه دائرة
ط د ج ـ فـلك نصف النهار فى كرة القمر ودائرة ـ ا ب
للارض على مركز ـ ه ـ وليكن ـ ه ج ـ سطح الافق الحقيقى
و ـ ا د ـ موازله مماس للارض على مسكن ـ ا ـ فان فرضنا ـ ط
جرم القمر كان ارتفاعه فى فلك نصف النهار، اما المرئى فقوس
د ـ ط ـ، واما المحسوب فقوس ـ ج ط ـ والفضل بينهما ـ ح د
ونسبة ـ د ك ـ جيبه الى ـ د ه ـ على انه الجيب كله كنسبة ـ د

ك – علـى انه واحد لمساواته نصف قطر – ا – الى – د ه – على انه بعد القمر باضعاف هذا الواحد فهو اذن بذلك معلوم ٠

ومضروب الجيب كله فى نصف قطر الارض هو هو بعينه فمقسومه على جيب الفضل يكون البعد المطلوب ،

وكأنه سقط من عمل سنان ذكر التجييب فان الأمر فيه ظاهر جدا ٠ ش – ٦٢

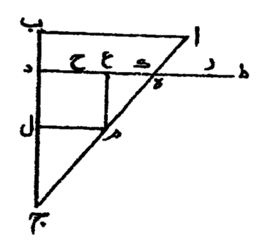


واليه ذهب ابو يوسف الـكندى فى رسالة له مقصورة على بعد القمر وأخذ قوس – ع د – معلومة من غير ان يذكر شيئا من رصد الارتفاع وحسابه ولم يزد عـلى سنان بغير ذكر العمود بالرومية وهو قاثيط (١)وطريق بطلميوس فى استخراج بعد القمر لوقت مفروض ثم استخراج ابعاده فى سائر الاوقات هو هذا، ولكن مماشبه بحقيقة ويظن منه ان لا طريق الى معرفة بعده بغير اختلاف منظره وهو ممكن من جهة كسوفه بظل الارض الذى نصفه – اب

(١) كـذا فى الاصل

ج–

ج ـ و ـ ب ـ مركز القاعدة فاذا اتفق للراصد فى بعد واحد من الارض معلوم باجزاء قطر الفلك المائل وليكن ـ ب د ـ كسوفا للقمر مختلف المقدار كان عرض القمر فيها عنده معلوما وليكن على دائرة ـ د ط ـ اما الكسوف الكائن على ـ ز ـ فمقدار ـ ه ح ولنفرضه للمثال ثلث قطر القمر واما الكائن على ـ ط ـ فمقداره ـ ه ك وليكن خمسا بالفرض ومخرج الثلث والخمس من خمسة عشر وفضل ما بين الخمس والثلث اثنان ونسبة الاثنين الى الخمسة عشر كنسبة ك ح ـ فضل ما بين المنكسفين المساوى ـ لط ز ـ فضل ما بين العرضين الى قطر القمر بالمنظر فى بعد ـ ب د ـ معلوم و ـ ه ز ـ معلوم سدسه معلوم ففضل ما بين هذا السدس وبين عرض ـ ز د وذلك ـ ه داعنى نصف قطر ظل • ش ـ ٦٣



ثم اتفق له مثله فى بعد آخر معلوم وليكن ـ ب ل ـ صار م ل ـ نصف قطر الظل فيه معلوما و ـ د ل ـ فضل ما بين بعدى

ب د ـ ب ل ـ معلوم و نسبته الى ـ ع ه ـ فضل ما بين ـ ه د ـ م ل
كنسبة ـ ح د ـ الى ـ د ه ـ فح د ـ معلوم فكل ـ ب ح ـ معلوم
و نسبته الى ـ ب ا ـ كنسبة ـ ح د ـ الى ـ د ه ـ فاب ـ معلوم
باجزاء ـ ب ج ـ ثم اذا جعل ـ اب ـ واحدا صار ابعاد القمر وسهم
مخروط الظل به معلوما وذلك ما اردنا ان نبين •

الباب الثلاثون

فى ذكر اشياء تتصل بالظل ولم تشبه بما تقدم

من طالع ما فى هذا الباب وما فيه من البقايا غير الصالحات
علم ان ليس دون الدردى غير تمام الاستيفاء لكل ما فى الدن وفى
المسائل المطارحة التى يتدرب بها متعلموا الهند مسئلة فى المطال شبيهة
بما نحن فيه، وهى قولهم اذا كان قطرجتر (١) اربعة اذرع واردنا ان
نعلم البعد الذى اذا رفعناه اليه بطل ظله ـ وجوابهم انا نضرب اذرع
قطر تلك المظلة فى ربع اجوت فيجتمع اذرع البعد المطلوب فى رفعه
واجوت عبارة عند حسابهم عن العشرة الآلاف فكأن الضرب
يكون فى الفين وخمس مائة وعلى هذا يجب ان تكون نسبة قطر
الشمس الى سهم المخروط الذى رأسه منقطع ظل الارض نسبة
الواحد الى ستمائة وخمسة وعشرين •

والذى وجده بطليموس منها هى نسبة الواحد الى مائة
واربعة وثلاثين بالتقريب لان بعد الشمس عنده عن الارض الف

(١) كذا

 وماتان

ومائتان وعشرة اضعاف لنصف قطر الارض وسهم مخروط الظل
مائتان وثمانية وستون ضعفا له وقطر الشمس احد عشر ضعفا له فعلى
موجب اصل بطلميوس يجب ان يكون ارتفاع الجتر مائة واربعة
وثلاثين مرة مثل قطره حتى يبطل ظله فيكون فى مثالهم خمس مائة
واربع وثلاثين ذراعا فكأنه سقط من عملهم قسمة بعد الضرب فان
كانت فعلى ما يقارب التسعة عشر، والعيان الذى ذكرنا انه تعسر
مباشرته بالعمل دون الوهم اقرب الى ما عليه بطلميوس فانا نصبنا
هدفة على مسطرة طولها خمسة اذرع لنعتبر ما تقدم ذكره فى الباب
الذى قبل هذا ورصدنا ظل الهدفة على اخرى مثلها فى الطرف الآخر
كما رصدنا ضوء ثقبه العليا على سفلاها ونقلنا المقادير الى اعداد
لتصح ولا تنكسر •

فاما عداد المسطرة فيما بين الهدفتين فهو ٦١٤٤ وعرض
الهدفة ١٦٤ وظلها ١١٦ ينقصان ٤٨ فانقطاع الظل على ٢٠٩٩٢ من
عند الهدفة فعلى هذه النسبة اذا كان قطر الشمس احد عشر ضعفا لنصف
قطر الارض كان منها الى منقطع ظل الارض ١٤٠٨ منها الظل ٢٥٦
ويبقى لبعد الشمس ١١٠٢ ينقصان ٥٨ عن الاضعاف التى ذكرها
بطلميوس على انها ان كانت عنده لبعدها الاوسط فاضعاف بعدها
الاقرب يكون ١١٦٣ ويصير نقصان ما وجدناه عشرة اضعاف فاما
عدد قطر الثقبة فانه ١٨ وعدد ضوئها ٥٩ فاذا كانت الثقبة مساوية

للهدفة كان ضوؤها خمس مائة وسبعة وثلاثين وخمسة اتساع فاذا صيرنا الاعداد المتقدمة كلها اتساعا للتصحيح صار عدد المسطرة ٥٥٢٩٦ وعدد الهدفة ١٤٧٦ وعدد ظلها ١٠٤٤ وعدد الثقبة المساوية للهدفة ١٤٧٦ وعددضوئها ٤٨٣٨ فالنسب من هذه الأعداد معلومة ومن اراد استعمال المقادير فيها فانى استقل اضاعة الزمان فيها من صبابة العمر فقد نصصت على مقدار المسطرة وانها بالاصابع مائة وعشرون واصابع نصف قطر الارض بالتقريب ٣٢١٥٦٣٦٣٦ •

ولنتدرج منها الى معرفة بعد الشمس ومنه الى بعد القمر فى موضع كسوفـه التام بلامكث الى ان نرصد من القمر نظائر ماذكرناه فى الشمس •

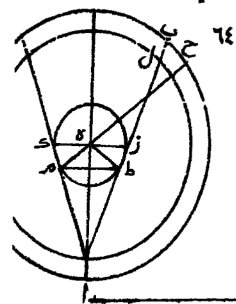
ومن اشباه هذا الباب ان بعد الشمس دائم الاختلاف فيما بين حديه الاعظم عند الاوج والاصغر عند الحضيض فيتصاغر سهم المخروط وقاعدة الظل ويتعاظمان والى مقدار النور والظلمة عن وجه الارض، ذهب الفزارى فى قوله فى زيجـه لما كانت الشمس اعظم من ارض كان ما بقى منها اكثر من نصفها •

فاذا اردت ان تعلم فضل ذلك على نصف الارض فاضرب دقائق نصف فلك الشمس فى عدد فراسخ احاطـة الارض وهى ٦٥٨٣ واقسم المبلغ على ٢١٦٠٠ فيخرج عدد الفراسخ التى بها يجاوز الضوء منتصف الارض فى ذلك اليوم •

ولعلة

ولعلة هذا العمل فليكن فلك الشمس ـ اب ج ـ على مركز ـ ه ـ ودائرة الارض ـ ح ط م ـ ونفرض كل واحد من اب ـ اج ـ بمقدار نصف فلك الشمس اى قطرها ونخرج ـ ب ط ز ـ ج م ز ـ فيكون سهم المخروط ـ اه ز ـ ونخرج للارض قطرها وهو ـ ده ك ـ قائما على السهم ونصل ـ ه ط ـ ه م ـ بين المركز وبين موضعى المماسة فيكون قطر قاعدة الظل وتر ـ ط م ـ ولقيام زاويتى ـ زط ه ـ ده ج ـ يتشابه المثلثان ويتساوى زاويتا ـ ط زه ده ط ـ وقوس ـ د ط ـ بمقدار زاوية ـ ده ط ـ فزاوية ـ ط زه ـ على ضعف القوس الشبيهة بها من الدائرة المخطوطة على مركز ه ـ وبعد ـ ه ز ـ وتلك قوس ـ ل س ـ ونخرج ـ ه ل ع ـ فيكون اع ـ ما يشابه ـ لس ـ من فلك الشمس لكن الفزارى مكانها (١) ـ اب ـ فصارت نسبة دقائقه الى دقائق جميع الدور كنسبة ضعف ـ د ط ـ اعنى مجموع ـ د ط ـ ط م ـ الى دور الارض لكن د ح ك ـ نصف دور فمجموع القوسين المذكورتين هما فضل القطعة المستنيرة على المظلمة ٠

ش ـ ٦٤



(١) كذا فى الاصل ٠

واما الفراسخ المذكورة فيجب ان يعلم ان الهند يقدرون للسافات ببعد يقدرونه يسمونه جوزن ومعياره من مقادير نافرسخان وثلثا فرسخ من اجل ان اذرع كل جوزن هى ثمان وثلاثون ألف مقدرة بمقدار آخر لهم يسمى كروه وهو فيه ثمانية وكل كروه هو ميسا ولميل من اميالنا •

ويزعم برهمكويت ان تدوير الارض بالجوزنات خمسة الف وقطرها الف وخمسمائة واحد وثمانون بالتقريب •

ويزعم بلس ان قطر الارض بها الف وستمائة وتدويرها خمسة آلاف وستة وعشرون •

فوجه ماذكر الفزارى من فراسخ الارض مع مخالفته كلا القولين انه سمع بقول بلس فأخذ به ثم علم وعمل كما ذكر فى زيجه على ان فرسخ الهندستة عشر الف ذراع واراد نقل عدد الجوزنات الى الفرسخ المذروع باثنى عشر الف ونقصانه عن الاول بربعه فزاد على ماذكر بلس ربعه وهو ١٢٥٦ فحصل له ماذكر من فراسخ الدور من غير تحقيق لموضوعات القوم، وعلى كل حال فهو اقرب الى الصواب من امثاله الذين سمعوا كسماعه اسم المجسطى ولم يعانوا شيئا منه فبعض يزعم انه اختصر من السند هند وآخر يثبت حسابات كهذيان المصروعين وينسبها اليه، فقد شاهدت زيجا لم يذكر فيه اسم صاحبه وقد تضمن هذا العمل فى معرفة طوق

الشمس

الشمس من المجسطى زعم •

ثم قال زد على مربع الظل مائة واربعة واربعين وخذ جذر المبلغ فيكون قطر الظل للوقت واقسم عليه ٤١٢٥٦ فتخرج دقائق طوق الشمس فان شئت فاجعل بعد الشمس جيبامنكوسا من دقائق الوتر وهى ٣٤٣٨ وانقصه منهافيبقى عمود الساعة وان شئت فاجعل ارتفاع الساعة جيبا من دقائق الوتر فيكون طوق الشمس فاضربه فى ثلاثة وعشرين واقسم مابلغ على ستين فيخرج عمود الساعة وبه يعرف اختلاف الزيجات والتاريخات •

فاما العمل الاول من اعماله فمعلوم مما تقدم ان مضروب المقياس فى الجيب كله اذا قسم على قطر الظل للوقت يخرج جيب ارتفاع الشمس فى ساعة القياس وهذا هو الذى تقسمه فانه مضروب اثنى عشر فى ٣٤٣٨ دقائق الجيب كله عند ارجيهد وقد اخذها على نسبة القطر الى الدور فالذى سماه طوق الشمس هو جيب الارتفاع للساعة •

واما العمل الثانى فبعد الشمس فيه هو ميلها ودقائق الوتر عبارة عن الجيب كله وفضل ما بينه وبين الجيب المنكوس للميل هو جيب تمام الميل اعنى نصف قطر مدار الشمس فاسم طوق الشمس به اولى واسم عمود الساعة بجيب الارتفاع اولى •

واما العمل الثالث فليس الا لتحويل جيب ارتفاع الساعة

من مقدار ١٥٠ الى الذى عند ارجيهد الا انه يتحول بماذ كرالى ٣٤٥٠ وهو مقدار مخالف لكلى جيبى ارجيهد و برهمكويت فانه عنده ٣٢٧٠ وذلك ان المائـة والخمسين لا تعد الثلاثة آلاف والاربعمائة والثمانية والثلاثون ثلاث وعشرون مرة وانما تعدهـا اثنان وعشرون مرة وثلاث وعشرون جزءا وخمسة وعشرون مرة •

ثم قال ومثاله انا اردنا الاختلاف بين زيجى السند هنـد والشاه فلأن السند هند موضوع على القبة وطولها تسعون ووتره مائة وخمسون ضربنـاه فى ثلاثة وعشرين وقسمنا المجتمع على ستين فخرج ــ ب زل ــ حفظناه ولان الشهريار ان موضوع على بابل فى طول ثمانية وسبعين وعرض ستـة وثلاثين وهو الاقليم الرابع وارتفاع الحمل فيه ــ بد ــ ووتره ــ قـكب ــ ضربناه فى ٢٣ وقسمنا المبلغ على ٦٠ فخرج ــ مومو ــ اخذنا فضل ما بينه و بين المحفوظ فـكان ــ ى مد ــ وقوسناه بان ضربناه فى احد عشر وقسمنا المجتمع عـلى سبعة فخرج ــ بونب ــ جعلناه وترا فـكان ــ ه مـج يو عزلناه ثم جعلنا عرض بابل ساعات بالقسمة على خمسة عشر فخرج ساعة وخمسا ساعة تسير فيها الشمس ــ ه ه لـ ــ زدنـا على المعزول فاجتمع ــ ه مط ــ وجعلنا بعد بابل من القبة ساعات فـكان اربعة اخماس ساعة تسير الشمس فيهـا ــ ه ايز لو ــ جمعنا بين المسيرين فبلغ ــ ه با ــ وهو ما بين الزيجين •

ومعلوم

ومعلوم انه قصد تحويل جيب ارتفاع الحمل فى كل واحد من الموضعين من جيب جزأين ونصف الى جيب سبعة وخمسين جزأ ونصف لنأخذ فضل ما بينهما •

وما بعد ذلك اصوات لا كلام اذا التفاوت بين الاوساط اذا كان بحسب افلاك نصف النهار ولم يكن للعروض فيها مدخل•

واذا كان بحسب الآفاق لم يثبت مقداره فى اجزاء الجهة الواحدة واختلف فى الجهتين بالزيادة والنقصان فلا فائدة فيما ذكر ولا محصول له ولا اقل من ان كان يسأل عن بابل اين هى حتى لا يدخلها فى الاقليم الرابع ولا ينقلها من بغداد الى نيسابور ولولم يكن الاكثر فى كل صناعة على هذه الصورة لما فاز اقلهم بالمدح والمحمدة والتنجيم مختص بوفور هذه الخصلة وقسمة الاحكام اولى بها •

فان رمت الوقوف على صحة ذلك فاعرف محل ماشاء الله من القوم واسمع لاعترائه الى كتاب منسوب الى هرمس لتعرف بالخمسة والثمانين بابا ثم ارجع الى الكتاب فاى مضمونه يونسك فى الخلوة ويغنيك عن التناهى بالمسلسلين فى البيمارستانات اذا كان مزاجك معتدلا ومقدرك صحيحا •

ومثال ذلك من سنى الكواكب فيه وهى اعداد مفروضة لكل واحد منها لزحل اثنان وثلاثون وللمشترى ضعف ذلك وللمريخ

مثله ومثل نصفه وللشمس مثل ما للمريخ ومثل نصفه وللزهرة مثل
ماللمريخ ومثل ربعه ولعطارد احدى وخمسون وللقمر ثلاثة وثلاثون
ويجوز ان يختلف باختلاف النسخ، ولا فائدة فى ذلك وانما الشأن
فيما بعده فقد قيل فيه انها موضوعة لوسط الارض وللبلاد التى تحاذى
محور الشمال ثم يعدل للبلاد التى تتفق المواليد فيها على قدر بعدها
من محور الشمال وينقص التعديل منها اذا كانت اقرب الى المشرق
ويزاد عليها اذا كانت اقرب الى المغرب والطول كله مائة وثمانون
جزأ ومحور الشمال على تسعين منها فنص على استعمال التعديل للبلاد
بحسب اوساط الكواكب اذا كانت موضوعة للقبة ثم كتب فيما يتلو
ذلك من استخراج التعديل وذلك انه امر بان ينقص ارتفاع رأس
السرطان نصف النهار من تسعين جزأ ويضرب الباقى فى مائة
وخمسين ويقسم المجتمع على ٣٦٠ فيخرج جيب يجعل قوسا فان كان
ظل الاستوء فى البلد اكثر من سبع اصابع نقص ما حصل من
القوس من سنى كل كوكب وان كان اقل زيد عليها فتصير معدلة
للبلد المفروض والاصابع السبع المذكورة فى شريطة ظل الاستواء
هاهى وفى تعديل فصل المطالع لزيج الاركند صادرة عن طبع
واحد او طبعين متناسبين وليس التباعد عن فلك نصف النهار للقبة
بمزيل سمت القطب نحو المشرق او المغرب •

وانما ذلك هو احسن ممن يعتقد فى الارض استواء السطح

وفى انتصاب القامات التوازى ، وذلك من الضلالة لوقع من امر الزوال فى طرف النقيض حتى ان بعضهم يظن بوقت نصف النهار انه واحد فى جميع المعمورة فيقيس قياسا مبنيا على مقدمات كاذبة تقتضى به نتيجته الى الانحراف فى الصلوة عن الوجهة الحقيقية .

وبعضهم يربى على اصحاب هذا العلم فى ايجابهم اختلاف نصف النهار فى البلدان ويراه فيما هو اقصر من عشر خطى كالمسمى احمد بن سلمان فى قوله ان مما يعرف به زوال الشمس على تأويل قول معاوانك اذا اخذت عودين مستويى الطول والعرض ونصبت احدهما حيال القبلة والآخر عن يسارها ونظرت الى ظليهما فان كان ظل المستقبل اكثر من ظل الايسر فقد زالت الشمس وان كان ظل الايسر اكثر فانها لم تنزل .

وما اظن صاحب الكلام الاوقد اقتبس هذا ظليهما فى نور سراج غير متباعد عنهما وهكذا يكون حال كل خارج اذا انسلق من ظهر البيت ولم يأته من بابه، ولكتاب الخمسة والثمانين كتاب مثله يتلوه ذكر فيه تعديل درجة الطالع باتساع المشارق فى البلد اذا اريد استعمالها فى معرفة الاعمار، وهو ان يراد مليها على تمام عرض البلد ان كان شماليا وينقص منه ان كان جنوبيا ويوجد ربع الحاصل فان كان ظل الاستواء فى البلد اقل من سبع

اصابع نقص ذلك الربع من درجة الطالع وان كان اكثر زيد الربع عليها فتحصل درجة الطالع •

وهو من العجائب ولم اقل ذلك قدحا فى هرمس فانه الحال من الحكمة محلا كان اليونانيون يعدونه فى الانبياء وهو ناقل علوم الكلدانيين الى مصر والكلدانيون اهل بابل ممن لا يخفى حالهم فى العلوم حتى سموا الماسحرة وان لم يحصل لنا من علومهم سوى رأيهم فى حركة الفلك الذى ينبئ عن عناية متصلة برصدها الوف سنين وسوى ما يحكيهم عنهم اهل الارصاد بطلميوس وغيره ولكن لكتب هرمس و كتب الكيميا والطلسمات آفة هى انتداب المموهين لعملها وتقليدها يعزو (١) فى الحكماء والاقدام منهم اولى بذلك لخفاء اخباره يبعد عهده ثم الموسوم بالتنميس احرى به لاقتران الالغاز والرموز بكلامه، واظن هذا القدر فى تعرف امور الاظلال كافيا، وعلى تصحيح الاوقات فى الآلات بالاظلال معينا •

والله تعالى الموفق والمحمود عند مفتتح كل مقالة ومختتمه، بحمد الله وعونه

تم افراد المقال فى امر الظلال

تصنيف ابى الريحان محمد بن احمد البيرونى رحمه الله

وفرغت من تعليقه بالموصل فى ذى الحجه سنه ٦٣١

ولله الحمد وصلى الله على محمد وآله

---

(١) كذا فى الاصل.